

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM TECNOLOGIA**

OMAR MILTON ROMERO CATACORA

**“DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
EN AMBIENTES DE ALTA MONTAÑA – ESTUDIO DE CASO EN
LA CORDILLERA DE HUAYHUASH – PERU”**

**“DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM
AMBIENTES DE ALTA MONTANHA – ESTUDO DE CASO NA
CORDILHEIRA DE HUAYHUASH – PERU”**

Limeira, 2013

Omar Milton Romero Catacora

**DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN AMBIENTES DE ALTA
MONTAÑA – ESTUDIO DE CASO EN LA CORDILLERA DE HUAYHUASH – PERU**

**DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM AMBIENTES DE ALTA
MONTANHA – ESTUDO DE CASO NA CORDILHEIRA DE HUAYHUASH – PERU**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia.

Área de Concentração: Tecnologia e Inovação

Linha de Pesquisa: Tecnologia para o Ambiente

Orientadora: Prof^a Dr^a Carmenlucia Santos Giordano
Penteado

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Lubienska Cristina Lucas
Jaquiê Ribeiro

Limeira, 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR VANESSA EVELYN COSTA CRB-8/8295
BIBLIOTECA UNIFICADA FT/CTL
UNICAMP

Catacora, Omar Milton Romero, 1977-
C28d Directrices para la gestión de residuos sólidos em
ambientes de lata montaña – estudio de caso em la Cordillera
de Huayhuash – Perú / Omar Milton Romero Catacora. -
Limeira, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Carmenlucia Santos Giordano Penteado.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Tecnologia.

1. Resíduos sólidos. 2. Gerenciamento de resíduo.
3. Análise. 4. Avaliação. 5. Turismo. I. Penteado, Carmenlucia
Santos Giordano. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Tecnologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Guidelines for solid waste management in high mountain
environments – case study in the Huayhuash mountains – Peru.

Palavras-chave em inglês (Keywords):

- 1- Solid waste
- 2- Management of waste
- 3- Analysis
- 4- Evaluation
- 5- Tourism

Área de concentração: Tecnologia e Inovação

Titulação: Mestre em Tecnologia

Banca examinadora: Carmenlucia Santos Giordano Penteado, Valdir Schalch, Adriana
Antunes Lopes.

Data da Defesa: 15-04-2013


Programa de Pós-Graduação em Tecnologia

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

**DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN AMBIENTES DE
ALTA MONTAÑA – ESTUDIO DE CASO EN LA CORDILLERA DE HUAYHUASH –
PERU**

Autor: Omar Milton Romero Catacora

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



Profa. Dra. Carmenlucia Santos Giordano Penteado, Presidente.
FT/UNICAMP



Prof. Dr. Valdir Schalch
EESC/USP



Profa. Dra. Adriana Antunes Lopes
Instituto Federal Goiano

Dedico este trabajo a Andrés, Ricardina, Rocco, Ronda y el pequeño Junior

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, por las oportunidades que va poniendo en mi vida.

De forma especial a mi orientadora, la profesora Carmenlucia, por su tiempo, apoyo y dedicación prestados.

A los compañeros montañistas que me ayudaron en la colecta de datos para este estudio.

A todas las personas que de una u otra forma se vieron involucrados en la ejecución de este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo tubo como objetivo, analizar las cuestiones relativas a la gestión y gerenciamiento de residuos sólidos en regiones de Alta Montaña, desde su generación, impulsada por el aumento desenfrenado del turismo en estas regiones, hasta su disposición final. Este proceso turístico desmedido esta dejando un gran impacto ambiental negativo en los glaciares y en las cabeceras de cuencas hidrográficas que abastecen a las regiones situadas al pie de estas cadenas montañosas. Se hizo un análisis de los patrones más sustentables de procesos turísticos, orientando el análisis hacia las directrices y alternativas para la Gestión Integrada de Residuos Sólidos. La hipótesis de este trabajo fue que a partir de un diagnostico de la situación de los residuos sólidos en las montañas, un análisis estadístico de los datos y la mejora de los procesos involucrados, sea posible formular directrices para la gestión de residuos, incorporar nuevas tecnologías en el gerenciamiento de residuos, así como la incorporación de tecnologías sociales en la adecuación de las directrices propuestas para que los residuos dejen de representar un problema. Se hicieron expediciones iniciales a las montañas para hacer la caracterización de los residuos generados por expediciones en las montañas peruanas y en las montañas canadienses, fue determinado el turismo de montaña como la categoría mas impactante y se realizaron pruebas estadísticas primarias para ambos procesos. A partir de las medidas de tendencia central encontradas se hizo inferencia estadística de los datos para obtener un universo de datos mas grande y con las mismas características, se realizó el análisis de capacidad de los dos procesos y se comparó estadísticamente los datos y las medidas de tendencia central. A partir de estos datos fueran identificadas las variables que afectan la generación de residuos en el proceso peruano y se propone una mejora con la implementación de planes de calidad. Se hicieron expediciones siguiendo las mejoras propuestas al proceso y con los nuevos datos se hizo una comparación estadística de los datos del antiguo y del nuevo proceso peruano. Los resultados obtenidos mostraron que es posible reducir los impactos ambientales resultantes de la generación de residuos en estas actividades, usando campañas de concientización y mayor control del acceso a estas regiones. Para tanto, son propuestas directrices para la elaboración futura de un plan de gestión de residuos en ambientes de alta montaña.

Palabras Clave: Gestión Integrada de Residuos Sólidos, Gerenciamiento de Residuos Sólidos, Análisis de Procesos, Indicadores de Evaluación Ambiental, Turismo de Montaña.

ABSTRACT

This study aims to analyze issues relating to the solid waste management in high mountain regions, from its generation, which is driven by the increase of tourism in these regions, to final disposal. This process of unbridled tourism is leaving a huge negative environmental impact on glaciers and in the headwaters of watersheds that supply regions located at the foot of the mountain ranges. An analysis of more sustainable patterns of tourism processes, guiding the analysis to the guidelines and alternatives for Integrated Solid Waste Management. The hypothesis of the study is based on a diagnosis of the current situation of solid waste generation in the mountains, a statistical analysis of the data, the improvement of the processes involved, it is possible to formulate guidelines for waste management, incorporating new technologies in waste management and the incorporation of social technologies on the adequacy of the proposed guidelines, to stop waste a problem. Were made early expeditions into the mountains to the characterization of the waste generated by expeditions in the Peruvian highlands and in the Canadian Rockies, was determined mountain tourism as the most powerful category, then statistical tests were performed for both primary processes, from measures of central tendency was found statistical inference data for a larger universe of data and with the same characteristics, then performed the analysis capacity of the two processes and the data was compared statistically and measures central tendency. From these data we proceeded to make the identification of variables that affect the generation of waste in the Peruvian process and proposes an improvement to the implementation of quality plans. Again expeditions were made following the proposed improvements to the process, new data were obtained from waste generation, became a statistical comparison of the data of ancient Peruvian process and details of the new Peruvian process. Were obtained from the final results of which were drawn the conclusions and recommendations of this study.

Keywords: Integrated Solid Waste Management, Solid Waste Management, Process Analysis, Indicators of Environmental Evaluation, Mountain Tourism.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar questões relacionadas à gestão e gerenciamento de resíduos sólidos em regiões montanhosas, desde sua geração impulsionada pelo aumento desenfreado do turismo nessas regiões, até sua disposição final. Esse processo desenfreado do turismo está deixando um enorme impacto ambiental nas geleiras e nas cabeceiras de bacias hidrográficas que são regiões de abastecimento de água localizadas ao pé das montanhas. Foi realizada uma análise de padrões mais sustentáveis de processos de turismo, orientando a análise, as diretrizes e alternativas para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, referenciando casos em outras cadeias de montanhas do mundo. Foi realizado um diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos nas montanhas e uma análise estatística dos dados. Após a melhoria dos processos envolvidos na geração de resíduos, é possível formular diretrizes para a gestão de resíduos, incorporando novas tecnologias aos processos, além da incorporação de tecnologias sociais sobre a adequação das diretrizes propostas, para fazer com que os resíduos deixem de representar um problema. Foram feitas expedições de estudo nas montanhas peruanas e canadenses para fazer a caracterização dos resíduos gerados, o turismo de montanha foi determinado como a categoria mais impactante, então testes estatísticos foram realizados para ambos os processos primários. A partir das medidas de tendência central que foram encontradas se fez inferência estatística de dados para ter-se um universo maior de dados e com as mesmas características. Em seguida foi realizada análise da capacidade dos dois processos e os dados foram comparados estatisticamente. A partir destes dados foram identificadas as variáveis que afetam a geração de resíduos no processo peruano e foi proposta uma melhoria para implementação de planos de qualidade. Novamente expedições foram realizadas seguindo as melhorias propostas para o processo; novos dados foram obtidos a partir da produção de resíduos; realizou-se uma comparação estatística dos dados de processo peruana antigo e do novo processo peruano. Assim, foram propostas as diretrizes para o futuro desenvolvimento de um plano de gestão de resíduos em ambientes de alta montanha.

Palavras-chave: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Análise de Processos, Indicadores de Avaliação Ambiental, Turismo de montanha.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Residuos dejados por expediciones turísticas en los caminos de montañas....	17
Figura 2. Residuos dejados por expediciones turísticas en los caminos de montañas....	17
Figura 3. Flujo del proceso de Mejora de Sistemas de Gestión.....	29
Figura 4. Imagen Aérea de la Cordillera de Huayhuash.....	32
Figura 5. Imagen de la Parte Inicial da Cordillera de Huayhuash.....	32
Figura 6. Gráfico de Evolución del flujo de turistas en el tiempo.....	37
Figura 7. Pesado de residuos Nevado Cuyoc.....	39
Figura 8. Pesado de residuos Nevado Mitaraju.....	39
Figura 9. Pesado de residuos Nevado Diablo Mudo.....	39
Figura 10. Recolecta de residuos para pesar.....	39
Figura 11. Mapa de las Rocky Mountains, en destaque los parques Jasper y Banff.....	41
Figura 12. Diagrama de flujo del tratamiento de los datos.....	43
Figura 13. Relación de la gestión con la condición ambiental en las montañas y la Inserción de indicadores.....	46
Figura 14. Banff City – Canadá.....	58
Figura 15. Personal de limpieza de montaña.....	58
Figura 16. Baño seco en las montañas de Canadá.....	58
Figura 17. Pesado de residuos en el campo base.....	58
Figura 18. Gráfico de la Prueba de Normalidad, datos Perú.....	60
Figura 19. Resumen Gráfico para datos iniciales Perú.....	61
Figura 20. Gráfico de la Prueba de Normalidad, datos Canadá.....	62
Figura 21. Resumen Gráfico para datos iniciales Canadá.....	62
Figura 22. Gráfico de Efectos Individuales para ambos procesos Perú - Canadá.....	65
Figura 23. Gráfico de series de tiempo para Datos Perú - Canadá.....	66
Figura 24. Gráfico X-R para Datos Perú.....	67
Figura 25. Gráfico X-R para Datos Canadá.....	68
Figura 26. Capacidad del Proceso – Perú.....	69
Figura 27. Capacidad del Proceso – Canadá.....	70
Figura 28. Diagrama de Causa – Efecto.....	72

Figura 29. Diagrama del Árbol para las principales alternativas de mejora de cada factor intervenido.....	73
Figura 30. Plan de Calidad y Control.....	75
Figura 31. Plan de Aseguramiento de la Calidad.....	76
Figura 32. Efectos de la capacitación y la sensibilización.....	77
Figura 33. Prueba de Normalidad para los datos del Proceso Nuevo.....	78
Figura 34. Resumen Gráfico para datos del Proceso Nuevo.....	79
Figura 35. Gráfico Comparativo de Amplitud de valores individuales para datos del Proceso Antiguo vs Proceso Nuevo.....	80
Figura 36. Gráfico de la Capacidad del Proceso Nuevo.....	80
Figura 37. Gráfico de Residuos para Proceso Antiguo – Proceso Nuevo.....	82
Figura 38. Campamento 1 Nevado Mitaraju Disposición de los residuos en contenedores.....	83
Figura 39. Campamento 2 Nevado Cuyoc disposición de los residuos en contenedores.....	83
Figura 40. Campamento 1 Nevado Cuyoc, recolección de los residuos individuales.....	83
Figura 41. Campamento 1 Nevado Diablo Mudo, nueva disposición de los residuos.....	83
Figura 42. Campamento Base Mitaraju, disposición de los residuos en contenedores plásticos cerrados.....	83
Figura 43. Turista recolectando sus residuos individuales en bolsa plástica rotulada.....	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Montañas de la Cadena Principal de la Cordillera de Huayhuash.....	33
Tabla 2. Montañas de la Cadena Secundaria de la Cordillera de Huayhuash.....	34
Tabla 3. Lagunas de la Cordillera de Huayhuash.....	34
Tabla 4. Visitantes Nacionales y Extranjeros a las Montañas del Perú.....	36
Tabla 5. Montañas de las Rocky Mountais y sus altitudes.....	42
Tabla 6. Caracterización física de los residuos individuales del montañista.....	49
Tabla 7. Caracterización física de los residuos grupales de las expediciones de montañistas.....	49
Tabla 8. Peso de los residuos totales en expediciones de montañistas.....	49
Tabla 9. Caracterización física de los residuos individuales, expediciones de estudio....	51
Tabla 10. Caracterización física de los residuos generales, expediciones de estudio.....	51
Tabla 11. Peso de los residuos totales en expediciones de estudio.....	51
Tabla 12. Caracterización de los residuos individuales, expediciones turísticas.....	51
Tabla 13. Caracterización de los residuos grupales, expediciones turísticas.....	53
Tabla 14. Peso de los residuos totales en expediciones turísticas.....	54
Tabla 15. Caracterización de los residuos grupales, expediciones canadienses.....	55
Tabla 16. Peso de los residuos totales en expediciones turísticas en Canadá.....	56
Tabla 17. Tamaño y cantidad de las muestras en las montañas de Perú y Canadá.....	59
Tabla 18. Datos Inferidos a partir de las muestras de las montañas peruanas.....	63
Tabla 19. Datos Inferidos a partir de las muestras de las montañas canadienses.....	64
Tabla 20. Prueba T de dos muestras para Datos Perú vs. Datos Canadá.....	66
Tabla 21. Tamaño y cantidad de muestras del nuevo proceso.....	78
Tabla 22. ANOVA de una sola vía, Proceso Antiguo – Proceso Nuevo.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADA: Avaliação de Desempenho Ambiental
AEMA: Agencia Européia do Meio Ambiente
ANPE: Áreas Naturales Protegidas por el Estado
ANVISA: Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria
DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETA: Estações de Tratamento de Água
ETE: Estações de Tratamento de Esgoto
GRI: Global Reporting Initiative
IDPM: Indicador de Desechos Producidos en la Montaña
IG: Indicadores de Gestão
INRENA: Instituto Nacional de Recursos Naturales (Perú)
IRDM: Índice de Recojo de Desechos en la Montaña
MINAM: Ministerio del Ambiente (Perú).
OECD: Organização de Cooperação Econômica e de Desenvolvimento.
PIGARS: Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (Perú)
PL: Projetos de Lei.
SEPLAN: Secretaria de Estado de Planejamento e Controle Geral
SERNANP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
UIAA: Union Internationale des Associations D'Alpinisme
WSCSD: World Business Council for Sustainable Development

SUMARIO

1	INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICATIVA.....	1
2	OBJETIVOS.....	5
3	REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
3.1	Aspectos Generales de los Residuos Sólidos.....	7
3.1.1	Definiciones.....	7
3.1.2	Proceso de Generación de Residuos.....	8
3.1.3	Caracterización de Residuos Sólidos.....	9
3.1.3.1	Consideraciones Generales.....	9
3.1.3.2	Características Físicas y Químicas de los Residuos.....	10
3.1.3.3	Clasificación de los Residuos Sólidos.....	10
3.1.4	Consumismo e Impactos Ambientales relacionados a los residuos sólidos.....	14
3.2	Gestión y Gerenciamiento de Residuos Sólidos.....	18
3.2.1	Aspectos Generales.....	18
3.2.2	Plan de Gestión de Residuos Sólidos.....	20
3.2.3	Instrumentos de Gestión y Gerenciamiento de Residuos Sólidos.....	21
3.3	Gestión da la Calidad del medio Ambiente en las Montañas.....	21
3.4	Evaluación da la gestión bajo a óptica de la calidad.....	25
3.4.1	Definición de Indicadores.....	26
3.4.2	Clasificación de indicadores.....	27
3.4.3	Indicadores de Evaluación de la Gestión Ambiental.....	27
3.4.3.1	Desempeño Ambiental y Eco-eficiencia.....	28
3.5	Planificación de la Calidad y Mejora de los Procesos.....	28
3.5.1	Evaluación del Desempeño del Sistema.....	29
4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
4.1	Metodología de la Investigación.....	31
4.2	Descripción del Área de Estudio.....	31
4.2.1	Características Físicas de la Cordillera de Huayhuash Perú.....	31
4.2.2	Características del Turismo en la Región.....	34
4.2.3	Delimitación del Área de Estudio.....	37

4.3	Levantamiento de datos sobre la Gestión de Residuos en el Área de Estudio.....	37
4.3.1	Levantamiento cuantitativo de datos	38
4.3.2	Levantamiento cualitativo de datos.....	39
4.3.3	Levantamiento de datos en Rocky Mountains – Canadá.....	40
4.3.3.1	Características de las Rocky Mountains.....	40
4.4	Análisis y Tratamiento Estadístico de los Datos.....	42
5	RESULTADOS.....	45
5.1	Identificación de Indicadores.....	45
5.2	Caracterización de los Residuos de las Montañas de Perú.....	48
5.2.1	Residuos Sólidos Generados en las Expediciones de Montañistas.....	48
5.2.2	Residuos Sólidos Generados en las Expediciones de Estudio.....	50
5.2.3	Residuos Sólidos Generados en las Expediciones Turísticas.....	52
5.3	Caracterización de los Residuos Sólidos en las Montañas de Canadá.....	55
5.4	Comparación de los Procesos Peruano y Canadiense.....	59
5.4.1	Prueba de Normalidad de los Datos Iniciales – Perú.....	60
5.4.2	Prueba de Normalidad de los Datos Iniciales – Canadá.....	61
5.4.3	Inferencia de Datos Aleatorios.....	63
5.4.4	Cálculo de la Amplitud y Variabilidad de los Procesos.....	64
5.4.5	Comparación Estadística de los Procesos.....	65
5.4.6	Comparación del Análisis de Capacidad de los Procesos.....	67
5.5	Análisis del Proceso de Generación de Desechos en el Turismo de Montaña.....	70
5.5.1	Análisis de las Variables Dependientes e Independientes del Proceso.....	70
5.6	Reducción de la Generación de Desechos en el Turismo de Montaña.....	74
5.6.1	Análisis de los Datos del Nuevo Proceso.....	77
5.6.1.1	Prueba de Normalidad de los Datos del Proceso Nuevo.....	78
5.6.1.2	Comparación Estadística del Proceso Antiguo con el Proceso Nuevo.....	81
5.7	Propuesta de Directrices.....	84
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
	ANEXOS.....	95

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICATIVA

Las montañas existentes en el mundo son fuentes de agua y bellezas escénicas inigualables. Entretanto, en las dos últimas décadas, diversas actividades antropogénicas, tales como las expediciones turísticas y deportivas, prácticas de crianza de animales no nativos, entre otras, vienen ocasionando fuerte presión ambiental sobre estos ambientes.

Además de esto, el descarte inadecuado de residuos y desechos humanos, corte de árboles para generación de energía, extracción de plantas medicinales, reducción de la vida salvaje en recurrencia de la caza predatoria han afectado de forma adversa estas áreas (KUNIYAL, 2002).

Por otro lado, es importante destacar que el creciente número de personas que visitan las montañas han mejorado el nivel de vida de los pueblos de la zona, debido al movimiento de su economía. Sin embargo, este acontecimiento solo es benéfico si el desarrollo fuera sustentable, pues el interés de los visitantes por las montañas solamente será mantenido si estas áreas estuvieran en buen estado de conservación. Conforme es apuntado por la Federación Internacional de Montañismo y Escalada: *“la belleza de las montañas no debe ser destruida, ni sus recursos naturales deben ser usados para alcanzar beneficios económicos de corto plazo”* (UIAA, 2010).

El turismo de montaña es una actividad que en los últimos años, debido al inmenso poder de los medios particulares y de la promoción directa de los gobiernos, ha atraído un gran número de personas que se aventuran en esta práctica. Estas personas, muchas veces, empiezan a practicar tales actividades con muy poco o ningún conocimiento de la fragilidad de estos ecosistemas, su vital importancia en el ciclo del agua en los países andinos y las implicancias económico-sociales de la contaminación o destrucción de los mismos.

La proliferación de empresas turísticas que ofrecen excursiones y actividades deportivas a las montañas sin tener el conocimiento técnico de los manuales básicos de convivencia en la montaña, como el *Código Internacional del Montañista*¹, no imparten estos conocimientos a sus clientes, de tal forma hoy existen grandes expediciones desinformadas en las montañas. Es necesario acotar que las montañas tienen una capacidad limitada para alojar los campamentos de

¹ Sistema de valores, máximas y reglas para ofrecer una base estructurada para la conducta deseable en el montañismo. Creado en la asamblea General de la Unión Internacional de Alpinismo (UIAA), en Munich, Alemania, celebrada entre el 18 y el 22 de Junio de 1964.

forma segura, ambos hechos juntos provocan el colapso de los campamentos base² y los refugios que tienen instalaciones sanitarias básicas que fueron concebidas para un número menor de personas. Como consecuencia, muchas veces las cabeceras de cuenca son usadas como campamentos de aproximación, con la muy posible contaminación de las aguas que luego son captadas para uso humano y agrícola en las ciudades de la cuenca occidental de los andes (UIAA, 2010).

Estos puntos suponen que la gestión de residuos sólidos en las montañas sea un tema complejo, debido principalmente a sus características geográficas agrestes que dificultan la implantación de un sistema de gestión, que contemplen acciones preventivas, segregación, colecta, tratamiento y disposición final de los residuos producidos y en segunda instancia debido a que el descarte inadecuado de residuos personales esta íntimamente ligado a un aspecto cultural. Para hablar un poco más del tema físico se puede afirmar que la localización de las zonas escalables en las montañas, siempre es de difícil acceso y distante de los centros urbanos, lo cual torna difícil el control del número de visitantes a los parques montañosos que son áreas ambientalmente sensibles. Estos factores de incremento exponencial de expediciones a las montañas, con fines turísticos y deportivos, han incrementado los impactos ambientales negativos, especialmente en el caso de los residuos sólidos generados por estas actividades.

De forma puntual, la falta de una estructura física para el gerenciamiento de residuos sólidos en las montañas, puede afectar drásticamente al Perú ya que la contaminación por residuos sólidos en las montañas afectaría directamente a los glaciares cuyo deshielo es fuente de agua para muchas comunidades andinas y costeras. En la vertiente occidental de los andes peruanos el 80% de los recursos hídricos se originan del hielo (EARLS, 2009). Una buena parte de la costa del Océano Pacífico sería desierto estéril si no fuese por el agua que fluye de los glaciares andinos. Un dato también importante es que, más del 70% de la población peruana habita a lo largo del litoral, donde se encuentran menos del 2% de los recursos hídricos del país. Del lado este de los andes, en la vertiente del Océano Atlántico se tiene el 98% del agua y un cuarto de la población (BBC, 2007).

Es preciso resaltar que temas como la importancia y fragilidad de los glaciares y el posible impacto negativo de los residuos sólidos en estos ya ha sido abordado por algunos investigadores

² Acampamentos formales de Aproximación a la Montaña, generalmente con precarias instalaciones sanitarias, siguen en el ascenso los campamentos 2, 3, 4, según el tamaño de la montaña.

como Javier Gonzáles, John Earls, Hilda Araujo, Jonathan Ensor, en la Revista Latinoamericana Tecnología y Sociedad Año 16, N° 8, *Perspectivas sobre el cambio climático*, del año 2009, auspiciada por la ONG Soluciones Prácticas, ITDG.

Teniendo en cuenta la complejidad del problema, el enfoque de la solución está basada en el desarrollo de directrices para la implantación de un sistema de gestión de residuos, estas directrices basan su trabajo en dos aspectos: el primero es el monitoreo del desarrollo de las actividades propuestas como medidas de mitigación y políticas propias del gerenciamiento mediante el uso de indicadores, y el segundo es la concientización de las comunidades que viven en la montaña y de la comunidad que visita la montaña. A partir del momento que son establecidos indicadores de desempeño para los dos aspectos es posible comparar la calidad ambiental de la región a lo largo de un periodo, entre regiones de interés o entre distintas regiones.

Dadas estas condiciones, se hace necesario el trabajo conjunto entre el estado y las empresas privadas, para conseguir establecer mecanismos de gestión adecuados al gerenciamiento de residuos sólidos en las montañas. Para contribuir con la minimización de los impactos ambientales, los turistas deben estar consientes y conocer los impactos causados por sus actividades y a partir de eso, adoptar formas de comportamiento sustentables (VERVOLE, 2002).

Según Freire (1998), en lo que se refiere a la educación ambiental, esta no cambia el sistema, sin embargo, la educación ambiental transforma a las personas que a su vez pueden cambiar el sistema. Este concepto es de extrema importancia en el ambiente de estudio de este proyecto, que en su esencia trata con personas de diferentes formaciones y culturas, pero que tienen un objetivo en común: visitar las montañas.

Según Barbieri (2008), la adopción de cualquier modelo de gestión requiere el uso de instrumentos, aquí entendidos como medios o herramientas para alcanzar objetivos específicos, en materia ambiental. El mismo autor define sistema como “un conjunto de partes interrelacionadas”, y sistema de gestión ambiental como un “conjunto de actividades administrativas y operacionales interrelacionadas para abordar los problemas ambientales actuales o para evitar su surgimiento”.

La realización de acciones ambientales puntuales, episódicas o aisladas no configura un sistema de gestión ambiental propiamente dicho, aun cuando estas acciones exigen recursos

voluminosos, como por ejemplo, la instalación aislada de equipo para controlar emisiones atmosféricas.

Un sistema de gestión ambiental (SGA) requiere la definición de objetivos, formulación de directrices, coordinación de actividades y evaluación de resultados. Uno de los beneficios de la creación de un SGA es la posibilidad de obtenerse mejores resultados con menos recursos, siempre que las acciones sean bien planeadas y coordinadas. Para el funcionamiento adecuado de estos sistemas, es necesario evaluar su desempeño através de indicadores de gestión (IG) específicos, que tradicionalmente han sido aplicados a unidades de negocios convencionales, que no toman en cuenta aspectos ambientales, de responsabilidad social y de sustentabilidad.

El presente estudio relacionó la práctica del montañismo en todas sus modalidades, la generación de residuos y los impactos negativos en la calidad ambiental de las regiones glaciares de la cordillera de Huayhuash en Perú. En busca de la contribución de la preservación de estos ambientes frágiles y complejos, este estudio buscó elaborar directrices para la gestión de residuos sólidos en ambientes de alta montaña haciendo un estudio de caso en la cordillera de Huayhuash – Perú. En ese sentido fueron formuladas las siguientes hipótesis:

- Un sistema de gestión de residuos que adopta indicadores de desempeño es más eficiente en términos ambientales;
- Una empresa que utiliza indicadores para monitorear su desempeño en la gestión de residuos va a aumentar su eficiencia ambiental y económica;
- Una comunidad montañera ambientalmente educada es más eficiente en términos ambientales y económicos.

La definición de las directrices para la creación de un modelo de gestión de residuos, pasa por el entendimiento de los procesos envueltos en la generación y en el tratamiento de estos residuos, por tanto, para el desarrollo de esta pesquisa será necesario dar respuesta a las siguientes preguntas:

- Cuales son las actividades de montaña más impactantes en términos de residuos sólidos?
- Cual es la percepción general de la comunidad montañera, en relación al problema señalado?
- Cuales son los aspectos determinantes en la implantación de un sistema de gestión de residuos en ambientes de alta montaña?

2. OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto de investigación fue elaborar un conjunto de directrices necesarias para la implantación de un plan de gestión de residuos sólidos en regiones de alta montaña, tomando como estudio de caso a la Cordillera de Huayhuash en Perú. Los objetivos específicos del proyecto fueron:

- Elaboración de un diagnóstico de la situación de los residuos en la región propuesta;
- Definición de indicadores para el monitoreo de la generación de residuos;
- Identificación de las directrices necesarias para la gestión de los residuos considerando las peculiaridades de la región y de los residuos producidos;
- Identificación de los procesos educacionales necesarios para el logro de los objetivos, mediante la implantación de planes de calidad.
- Cuantificación y análisis estadístico de los datos obtenidos.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Aspectos Generales de los Residuos Sólidos

3.1.1 Definiciones

De la actividad humana, sea ella de cualquier naturaleza, resultan siempre materiales residuales diversos. El constante crecimiento de las poblaciones urbanas, la fuerte industrialización, la mejora del poder adquisitivo de los pueblos de una forma general, vienen provocando la acelerada generación de grandes volúmenes de residuos sólidos (BIDONE y POVINELLI, 1999). Aun según los mismos autores, la denominación de Residuo Sólido, *residuus*, proviene del latín que significa “lo que sobra de determinadas sustancias”, y *sólido* es incorporado para diferenciarlos de líquidos y gases.

De acuerdo con la norma de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas NBR 10.004 (ABNT, 2004), residuos sólidos, son todos aquellos residuos en los estados sólidos y semisólido que resulta de las actividades de las comunidades de origen: industrial, doméstico, hospitalario, comercial, de servicios, de limpieza pública o agrícola. Incluyéndose los lodos de estaciones de tratamiento de agua y estaciones de tratamiento de desagüe, residuos generados en equipos de instalaciones de control de contaminación, y líquidos que no puedan ser lanzados en la red pública de desagüe, en función de sus particularidades.

La Política Nacional de Residuos Sólidos - PNRS de Brasil, instituida por la ley N° 12.305 de 02 de Agosto del 2010 y reglamentada por el decreto N° 7404 de 23 de Diciembre de 2010 hace una distinción entre residuo sólido y desecho sólido, allí se definen como:

“Desechos sólidos son residuos que, después de agotadas todas las posibilidades de tratamiento y recuperación por procesos tecnológicos disponibles y económicamente viables, no presentan otra posibilidad si no la disposición final ambientalmente adecuada” (BRASIL, 2010).

“Residuo Sólido es cualquier material, sustancia, objeto o bien descartado resultante de actividades humanas en sociedad, a cuya destinación final se

procede, se propone proceder o se está obligado a proceder, en los estados sólido o semisólido, bien como gases contenidos en recipientes y líquidos cuyas particularidades tornen inviable su lanzamiento en la red pública de desagüe o en cuerpos de agua; o exijan para eso soluciones técnicas o económicamente inviables frente a la mejor tecnología disponible” (BRASIL, 2010).

La ley peruana de Residuos Sólidos, Ley N° 27.314, de Julio del 2000, en su artículo N° 14, define residuos sólidos como:

“Aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido y semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y al ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya según corresponda, las siguientes operaciones o procesos: minimización de residuos, segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia, disposición final” (PERÚ, 2004).

Esta definición incluye también residuos generados por eventos naturales, como tsunamis, terremotos, avalanchas, etc.

3.1.2 Proceso de Generación de Residuos

La generación de residuos depende de factores culturales, nivel y hábito de consumo, renta y patrones de vida de las poblaciones, factores climáticos, características de sexo y edad de los grupos poblacionales. Es decir está relacionado en función de las actividades básicas de mantenimiento de la vida. La economía de un país interfiere directamente en la generación de residuos; en periodos de recesión económica la cantidad de residuos colectados disminuye debido al aumento de la reutilización y la disminución de la generación (BIDONE y POVINELLI, 1999).

En este contexto, el crecimiento económico de los países de America Latina trajo consigo el movimiento de todas las áreas de desarrollo rápido, entre ellas el turismo, en este caso específico el turismo de montaña y la consecuente generación de residuos.

3.1.3 Caracterización de Residuos Sólidos

3.1.3.1 Consideraciones Generales

Los residuos sólidos son generados prácticamente en todos los lugares, porque todas las actividades humanas realizadas acaban por producir residuos de materiales heterogéneos (inertes, minerales y orgánicos). Muchos de estos residuos generados por el hombre, rompen la naturaleza cíclica de los procesos ecológicos y tienen que ser tratados de forma especial en cada caso.

Según el Manual de Saneamiento de la Fundação Nacional de Saúde - FUNASA del Ministerio de Salud de Brasil (FUNASA, 2007), de modo general, los residuos sólidos son constituidos de sustancias:

- Fácilmente degradables (FD): restos de comida, sobras de cocina, hojas, cáscaras de frutas, animales muertos y excrementos;
- Moderadamente degradables (MD). papel, cartón y otros productos celulósicos;
- Difícilmente degradables (FD): trazo, cuero, paño, madera, caucho, cabello, pluma de aves, hueso, plástico;
- No degradables (ND): metales no ferrosos, vidrio, piedras, cenizas, tierra, arena, cerámica.

Su composición varia de comunidad para comunidad, de acuerdo con los hábitos y costumbres de la población, número de habitantes del local, poder adquisitivo, variaciones zonales, climas, desarrollo, nivel educacional, variando aun para la misma comunidad con las estaciones del año.

Una de las actividades más importantes en la planificación de sistemas de gestión de residuos es la descripción y caracterización de los residuos con los que vamos a tratar. Es el

punto de partida para determinar los impactos existentes y la profundidad de la intervención a ser propuesta por el plan de gestión y gerenciamiento de residuos.

3.1.3.2 Características Físicas y Químicas de los Residuos.

La composición física (composición cuantitativa) de los residuos sólidos presenta porcentajes (generalmente en peso) de las varias fracciones de los materiales constituyentes de los residuos. Esas fracciones normalmente se distribuyen en materia orgánica, papel, cartón, trapos, cuero, plástico duro, plástico blando, metales ferrosos, metales no ferrosos, vidrio, caucho, madera y otros.

El conocimiento de esa composición es esencial para la definición de las providencias a ser tomadas con los residuos, desde su recolección hasta su destino final, de una forma sanitaria económicamente viable, considerando que cada comunidad genera residuos diversos.

La composición química de los residuos sólidos está relacionada principalmente a componentes orgánicos de estos y engloba principalmente la cuantificación de parámetros como carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, zinc, fierro, manganesio, sodio y azufre, que componen el elenco básico de macro y micro nutrientes, la relación C/N, o pH y las concentraciones de sólidos totales fijos y volátiles (BIDONE y POVINELLI, 1999).

Los aspectos físicos y químicos envueltos, por las razones expuestas, son importantes para la definición de los procedimientos a adoptar con los residuos.

3.1.3.3 Clasificación de los Residuos Sólidos

Los residuos sólidos pueden ser clasificados según su peligrosidad y origen. En Brasil, la norma técnica NBR 10.004 (ABNT, 2004), clasifica los residuos en cuanto a su peligrosidad como:

CLASE I – Peligrosos: aquellos que presentan ciertas características y función, de sus propiedades físicas, químicas o infectocontagiosas, los cuales pueden ofrecer riesgos a la salud humana y al medio ambiente. Para verificar esta peligrosidad, los residuos deben ser sometidos a tests de inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad y patogénesis. Ejemplo: Lodos de flotación de concentración de metales.

CLASE II – No peligrosos: Son residuos agrupados en las clases IIA y IIB

* **CLASE IIA** – No Inertes: pueden tener propiedades como biodegradabilidad, combustibilidad y solubilidad en agua. Representan todos los residuos no encuadrados en las clases I y IIB. Ejemplo: Restos de Alimentos, residuos de baños higiénicos.

* **CLASE IIB** – Inertes: aquellos que “no tuvieron ninguno de sus constituyentes solubilizados a concentraciones superiores o padrones de potabilidad de agua, exceptuándose aspecto, color, turbidez, dureza y sabor” cuando sometidos a contacto dinámico y estático con agua destilada o des-ionizada. Ejemplo: ladrillos, ciertos tipos de plásticos, residuos de poda y barrido público.

En Brasil a PNRS (BRASIL, 2010) clasifica los residuos según el origen como:

- a) residuos domiciliarios: los originarios de actividades domésticas en residencias urbanas;
- b) residuos de limpieza urbana: los originarios de barrido, limpieza de parques, vías públicas y otros servicios de limpieza urbana;
- c) residuos sólidos urbanos: los englobados en las líneas "a" y "b";
- d) residuos de establecimientos comerciales y prestadores de servicios: los generados en esas actividades, exceptuados los referidos en las líneas "b", "e", "g", "h" y "j";
- e) residuos de los servicios públicos de saneamiento básico: los generados en esas actividades, exceptuados los referidos en la línea "c";
- f) residuos industriales: los generados en los procesos productivos e instalaciones industriales;
- g) residuos de servicios de salud: los generados en los servicios de salud, conforme definido en reglamento o en normas establecidas por los órganos del Sisnama y del SNVS;
- h) residuos de la construcción civil: los generados en las construcciones, reformas, reparos y demoliciones de obras de construcción civil, incluidos los resultantes de preparación e excavación de terrenos para obras civiles;

- i) residuos agrosilvopastorales: los generados en las actividades agropecuarias e silviculturales, incluidos los relacionados a insumos utilizados en esas actividades;
- j) residuos de servicios de transportes: los originarios de puertos, aeropuertos, terminales aduaneros, rodoviarios, ferroviarios y pasos de frontera;
- k) residuos de minería: los generados en las actividades de búsqueda, extracción o beneficio de minerales.

En Perú la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos (MINAN, 2004) clasifica los residuos sólidos en su artículo N° 15 en:

- a) Clasificación por estado: Un residuo es definido por estado según el estado físico en que se encuentre. Existe por lo tanto tres tipos de residuos desde este punto de vista sólidos, líquidos y gaseosos, es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos puramente descriptivos o, como es realizado en la practica, según la forma de manejo asociado : por ejemplo un tambor con aceite usado y que es considerado residuo, es intrínsecamente un liquido, pero su manejo va a ser como un sólido pues es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica.
- b) Clasificación por origen: Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial. Esta definición no tiene en la práctica límites en cuanto al nivel de detalle en que se puede llegar en ella. Tipos de residuos más importantes:
 - 1. Residuo Domiciliario: “son aquellos residuos generados en las actividades doméstica realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares”.
 - 2. Residuo Comercial: residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.

3. Residuo de limpieza de espacios públicos: “Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas”
4. Residuos hospitalarios: aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales, en la investigación relacionada con la producción de estos o en los ensayos con productos biomédicos.
5. Residuo industrial: residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.
6. Residuo de actividades de construcción: “Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que se generan en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines a éstas”.
7. Residuo agropecuario: Están compuestos por aquellos residuos generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias. Estos residuos incluyen los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos diversos, entre otros
8. Residuo de instalaciones y actividades especiales: Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, tales como plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares, entre otras; o de aquellas actividades públicas o privadas que movilizan recursos humanos, equipos o infraestructuras, en forma eventual, como conciertos musicales, campañas sanitarias u otras similares.
9. Residuos mineros: Los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para tener acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros. Entre éstos destacan los relaves mineros, los residuos industriales, cilindros y piezas metálicas, aceites, grasas, sustancias químicas,

lodos, entre otros. Los relaves mineros y sustancias tóxicas son particularmente peligrosos tanto para la salud humana, como para el medio ambiente.

c) Clasificación por tipo de manejo:

Los residuos se pueden clasificar en la medida en que presentan alguna característica asociada a un tipo de técnica de manejo especial que requiera ser realizada para su adecuada disposición o tratamiento.

- i Residuo peligroso: Un residuo sólido que puede causar o contribuir significativamente a un aumento de la mortalidad o a un aumento en las enfermedades graves irreversibles o reversibles con incapacidad; o presenta un riesgo considerable presente o potencial para la salud humana o el ambiente cuando es inadecuadamente tratado, almacenado, transportado, evacuado o manipulado; y las características pueden medirse por un ensayo normalizado o puede ser razonablemente detectada por los generadores de residuos sólidos mediante el conocimiento de sus residuos.
- ii Residuo inerte: Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- iii Residuo no peligroso: Ninguno de los anteriores. Se considera un residuo sólido NO PELIGROSO a aquellos provenientes de casas habitación, sitios de servicio privado y público, demoliciones y construcciones, establecimientos comerciales y de servicios que no tengan efectos nocivos sobre la salud humana.

3.1.4 Consumismo e Impactos Ambientales Relacionados a los Residuos Sólidos

En las últimas décadas, en el mundo, se consolidó una nueva economía consumista y global, el contenido consumista es la principal característica porque en esta economía la productividad y la competitividad de las unidades productivas dependen básicamente de la capacidad de crear, procesar, aprovechar y comercializar con eficiencia la producción generada. En este sistema, se pueden apuntar varias contradicciones sociales que pueden ser vistas en el

constante proceso de reestructuración productiva inherente al proceso mayor de acumulación capitalista. Delante de los diversos intereses económicos actuales, los estados resultan directamente ligados a competitividad, productividad y tecnología, volviendo sus esfuerzos la mayoría de las veces a la promoción y explotación intensa de recursos naturales no renovables y que se encuentran en ambientes sensibles y muy peligrosos de ser explotados (ORTIGOZA y CORTEZ, 2009).

Con la creciente asociación entre política-economía-productividad, el ambiente sufre enormes interferencias. La sociedad de consumo tiene su base en el modo de vida urbano y esta apoyada en el sistema capitalista productor de mercaderías. El espectáculo, lo efímero, la moda, la obsolescencia programada y la obsolescencia percibida imponen nuevas y consecutivas necesidades, vivimos en un tiempo en que la producción de mercaderías no busca solo atender la demanda, si no también crear nuevas necesidades.

Aquellos que manipulan objetos para tornarlos efímeros, manipulan las motivaciones, y es a ellas, expresión social del deseo, que ellos atacan disolviéndolas, es preciso también que las necesidades envejezcan, que jóvenes necesidades las sustituyan. Es la estrategia del deseo (LEFEVBRE, 1991).

Es por medio del aumento de la producción que son redefinidas la estructura y la dinámica del sistema económico globalizado, la productividad en términos económicos aumenta, pero los índices de evaluación ambiental se tornan desfavorables. En el caso de las montañas, el aumento de la productividad se presenta en términos del aumento del turismo en ellas, siguiendo el mismo camino impuesto por el sistema consumista capitalista, para derivar, como ya se ha dicho anteriormente, en una elevada presión ambiental sobre los ecosistemas de estas regiones, sin haber planeado bajo el enfoque ambiental el desarrollo de aquellas actividades productivas.

La contaminación es “la introducción en el medio ambiente de organismos patogénicos, sustancias tóxicas u otros elementos, en concentraciones que puedan afectar la salud humana”, y pasivo ambiental es la “acumulación de daños ambientales que deben ser reparados con el fin de mantener la calidad ambiental de un determinado local” (CETESB, 2001). La materia orgánica es una causadora de contaminación de las aguas. Los principales componentes orgánicos son los compuestos de proteína, carbohidratos, aceites, urea, fenoles, agrotóxicos y otros. La materia orgánica se presenta en forma de sólidos en suspensión y sólidos disueltos (VON SPERLING, 2005, p.452).

Los residuos sólidos acumulados en las montañas pueden tener las mismas características de los botaderos de las ciudades. Durante la digestión de materia orgánica en los rellenos sanitarios se forma el lixiviado, que contiene elevada carga orgánica, microorganismos, metales, entre otros compuestos. Cuando este líquido es mezclado con el agua de la lluvia de los meses de noviembre a marzo, da origen al lixiviado, que puede percolar por el suelo alterando la calidad de las aguas subterráneas y también superficiales. La nieve de las montañas abastece las cuencas hidrográficas y ayudan a su formación física inicial, en su recorrido podrían diseminar los compuestos contaminantes en muchas direcciones.

Los índices pluviométricos pueden contribuir para la dilución de algunos elementos en los botaderos formados, pero también las bajas temperaturas mantienen mucho tiempo la materia orgánica sin transformación. La dilución del lixiviado reduce la concentración de contaminantes, por eso es considerada una atenuación positiva, pero funciona solo cuando pequeñas cantidades de residuos son liberadas (CHRISTENSEN, 1992).

Uno de los principales problemas de los residuos en las montañas son los residuos orgánicos. La “materia orgánica” comprende los residuos fácilmente degradables, papeles, cartón, embalajes larga vida, pueden ser considerados residuos moderadamente degradables, vidrio, plásticos y metales son considerados materiales difícilmente degradables por llevar mas tiempo para descomponerse.

El tiempo de descomposición depende del tipo de material, humedad y clima. El papel puede llevar más de tres meses para descomponerse y los periódicos journals pueden permanecer intactos por décadas en ambientes secos, la madera puede llevar cerca de seis meses para iniciar su descomposición, los metales se desintegran en cerca de diez años, el plástico lleva más de cien años y el vidrio cerca de cuatro mil años (LOPES e KRÜGER, 1997). Estas estimativas pueden variar según los autores. Cabe resaltar que la fracción de materia orgánica viene disminuyendo con el tiempo, debido a la utilización cada vez mayor de materiales sintéticos y plásticos.

Conforme la NBR 8419 (ABNT, 1992, p.2), el lixiviado es un líquido producido por la descomposición de sustancias contenidas en los residuos sólidos, que tienen como características de color oscuro, el mal olor y la elevada DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).

La contaminación de las aguas subterráneas por los lixiviados es una de las cuestiones ambientales más importantes relacionada a la disposición de residuos sólidos. Es de suponer que

los botaderos que se están formando en las montañas, están contaminando grandes cuerpos de agua que luego formarán los ríos del litoral peruano. El frío de la montaña podría mantener los contaminantes del lixiviado por mucho tiempo.

Los locales para destinación de residuos sólidos en Perú se encuentran en las periferias de las ciudades, generalmente en lugares inapropiados, ausentes de estudios previos. Según datos oficiales del ministerio de ambiente (MINAM, 2011), en Lima capital el 92.6% de residuos sólidos se recolecta adecuadamente y se dispone en rellenos sanitarios, sin embargo, a nivel nacional tan solo se recolectan y disponen en rellenos sanitarios el 26.1%, el resto de residuos se desecha en botaderos, generando problemas de salud pública y contaminación ambiental (MINAM, 2011). De ahí la necesidad de implementar programas de gestión adecuada de los residuos sólidos en el país.

En el caso particular de las montañas, determinar las áreas para disposición temporal de residuos es la etapa más compleja del gerenciamiento de esos residuos, que luego definitivamente tendrían que ser dispuestos en un relleno sanitario aprobado y manejado por los municipios locales. Las figuras 1 y 2, muestran algunos residuos dejados por las expediciones en los caminos de aproximación a la montaña.

Figura 1: Residuos descartados por expediciones turísticas en los caminos de montañas.



Fuente: Archivo personal. 2011

Figura 2: Vista cercana de los residuos descartados en las montañas.



Fuente: Archivo personal. 2011

3.2 Gestión y Gerenciamiento de Residuos Sólidos

3.2.1 Aspectos Generales

Debido a la creciente generación de residuos en las montañas, en función al crecimiento de las expediciones, en especial al aumento del turismo de montaña, los sectores público y privado deben tomar decisiones relacionadas con estos problemas. El origen de los residuos en las montañas, como ya fue apuntado, tienen muchos factores que aun no han sido estudiados profundamente, muchos de ellos solo podrían ser resueltos desarrollando tópicos educativos en los planes de gestión, así como en el proceso de gestión de residuos, el aspecto técnico es muy importante y forma parte del gerenciamiento.

Es importante hacer una diferenciación entre Gerenciamiento de residuos sólidos y Gestión, para comprender adecuadamente la dirección del proyecto. Así, según la ley brasilera N° 12305, de agosto del 2010, que instituye la Política Nacional de Residuos Sólidos, define:

“Gerenciamiento de Residuos Sólidos: Conjunto de acciones ejercidas, directa o indirectamente, en las etapas de recolección, transporte, transbordo, tratamiento y destinación final ambientalmente adecuada de los residuos sólidos y disposición final ambientalmente adecuada de los desechos, de acuerdo con el plan municipal de gestión integrada de residuos sólidos o con un plan de gerenciamiento de residuos sólidos exigidos en la norma de esta ley” (BRASIL, 2010).

“Gestión integrada de Residuos Sólidos: Conjunto de acciones enfocada en la búsqueda de soluciones para los residuos sólidos, de forma que consideren las dimensiones política, económica, ambiental, cultural y social, con control social y bajo la premisa del desarrollo sustentable” (BRASIL, 2010).

El gerenciamiento integrado de residuos en otros sectores ha sido ampliamente estudiado y una de sus estrategias es la implantación de programas de colecta selectiva de residuos, para facilitar la reutilización, el reciclaje, la buena disposición, sin embargo, para que estos problemas

obtengan resultados positivos, la participación colaborativa de las comunidades envueltas es fundamental.

Según Neder (1998), entre 25 y 40% de los residuos sólidos urbanos son reciclables, de esa forma la colecta selectiva puede contribuir a una posterior buena disposición de esos residuos y así al prolongamiento de la vida útil de los rellenos sanitarios y contribuir al no congestionamiento de sistemas de gestión de residuos.

En la actualidad, en todos los países que tienen cadenas montañosas escalables y que reciben turistas para realizar estas actividades, el problema de los residuos es considerado de emergencia, por falta de sistemas que integren las muchas variables que componen estos sistemas. Hoy más que nunca es preciso estudiar las características ambientales del entorno de las montañas para planear los sistemas de gestión de residuos apropiados. Se hace necesario el uso de herramientas como los estudios de impacto ambiental obligatorios para todas las actividades turísticas en zonas montañosas sensibles, determinar la línea de base, parámetros ambientales actuales, para facilitar la toma de decisiones políticas sin crear conflictos sociales en las comunidades que se benefician del turismo de montaña.

En las montañas escalables sobre los 5500 m, básicamente los problemas de la inadecuada disposición de residuos sólidos, son la enorme dificultad de cargar consigo los residuos generados y desechos humanos y la inexistente infraestructura para la disposición y transformación de residuos en los campamentos base.

La respuesta a uno de los problemas podría estar en el reaprovechamiento de algunos residuos para la generación de energía usando un sistema innovador en aspectos conceptuales, que será descrito mas adelante. Para que esta tecnología sea aprovechada en su máxima capacidad y pueda ser rentable económica y técnicamente es necesario una vez mas la concientización de la comunidad montañera en ese tema puntual, definir las áreas de acceso a las montañas como únicas, los recorridos permitidos, para establecer una ruta de retorno de los desechos y estos puedan ser reaprovechados.

Ningún sistema de gestión de residuos podrá atender al 100% la disposición y tratamiento de los residuos, así una de las maneras más eficientes para la reducción de los residuos es la educación ambiental que se manifiesta contra el hiperconsumo, refleja en este caso el hecho de hacer expediciones más frugales y menos numerosas.

3.2.2 Plan de Gestión de Residuos Sólidos

Según Schalch et al. (2000), el concepto de gestión de residuos sólidos abarca actividades referentes a toma de decisiones estratégicas y la organización del sector para ese fin, envolviendo instituciones, políticas, instrumentos y medios. De esta manera se entiende Plan de Gestión de Residuos Sólidos como un conjunto de referencias político-estratégicas, institucionales, legales y financieras capaces de orientar la organización del sector. Son elementos indispensables en la composición de un modelo de gestión:

- reconocimiento de los diversos agentes sociales envueltos, identificando los papeles desempeñados por ellos y promoviendo su articulación;
- consolidación de la base legal necesaria y de los mecanismos que viabilicen la implementación de las leyes;
- mecanismos de financiamiento para la auto-sustentabilidad de las estructuras de gestión y de gerenciamiento;
- sistema de planeamiento integrado, orientado a la implementación de las políticas para el sector.

Aún según el mismo autor, la composición de modelos de gestión envuelve, por tanto, fundamentalmente tres aspectos, que deben ser articulados arreglos institucionales, instrumentos legales y mecanismos de financiamiento. Una vez definido el modelo de gestión de residuos sólidos, debe-se elaborar la estructura para el gerenciamiento de residuos.

Según Sanches (2006), definir un derrotero de trabajo para preveer impactos hace parte del planeamiento de un proyecto ambiental. No todos los impactos son pasibles de previsiones cuantitativas, y no todos son suficientemente significativos para que se gaste tanto tiempo y dinero intentando cuantificarlos. Entonces la definición de las directrices para la gestión de residuos, envuelve un conjunto de medidas mitigadoras de los impactos negativos. Ese conjunto de medidas es llamado Plan de Gestión de Residuos, que serán las medidas necesarias en cualquier fase del periodo de vida del proyecto, que servirán para atenuar, evitar o compensar impactos adversos y acentuar los impactos positivos (SANCHEZ, 2006).

Gerenciar los residuos de forma integrada es articular acciones normativas, operacionales, financieras y de planeamiento que una administración municipal desenvuelve, apoyada en

criterios sanitarios, ambientales y económicos, para recolectar, tratar y disponer los desechos de una ciudad, es decir: es acompañar de forma criteriosa todo el ciclo de residuos, de la generación a la disposición final, empleando las técnicas y tecnologías mas compatibles con la realidad local.

3.2.3 Instrumentos de Gestión y Gerenciamiento de Residuos Sólidos

En el Perú, la reglamentación referente a los residuos sólidos fue hecha en el año 2004, con la aprobación del reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos (MINAN, 2004), que establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto para asegurar una gestión de residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada.

La ley exige la necesidad de cuidados especiales con los residuos sólidos, pues el foco esta direccionado totalmente a la protección de la salud del individuo, lo que implica prevenciones a enfermedades y epidemias, promoción de asistencia y orientaciones adecuadas, así como, auxilio financiero para campañas y para capacitación profesional.

3.3 Gestión de la Calidad del Medio Ambiente en las Montañas

La gestión de la calidad ambiental es un conjunto de características de todo producto o servicio, su relación planeada, practicada y verificada, buscando superar las expectativas de satisfacción de las personas envueltas sin transgredir los límites ambientales establecidos y buscando la mejora continua efectiva. En ese sentido la calidad ambiental no solo depende de la mejora e implementación de medidas técnicas, si no también de la implementación de ciertas medidas políticas relacionadas con el bien estar social y económico.

El concepto de sustentabilidad aparece recurrentemente en estos temas relacionados con la interacción de la sociedad con la naturaleza, es necesario aprovechar los recursos paisajísticos de las montañas con responsabilidad y es muy necesario preservar los ambientes que son productores de agua. El concepto de Sustentabilidad a partir del Relatorio Brundtland, de amplio conocimiento es: “responder a las necesidades del presente de forma igualitaria pero sin

comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras” (UNITED EXPLANATIONS, 2012).

Según a Asociación de Guías de Montaña del Perú, en el año 2005, se levantaron polémicas en torno a la contaminación de las montañas de los andes peruanos, el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) del Perú, en conjunto con la Asociación de Guías de Montaña del Perú y la UIAA (Unión Internacional de Asociaciones de Alpinismo) desarrollaron un conjunto de reglas de acceso a los parques nacionales montañosos teniendo como objetivo primario la conservación (protección, preservación, manutención de la biodiversidad y de los glaciares) ambiental, lo que beneficiaría a las comunidades locales y contribuiría para la concientización de los visitantes sobre temas ambientales.

Los dos puntos más importantes de aquellas reglas fueron:

- El registro oficial con 30 días de anterioridad de todas las personas que pretendan hacer excursiones por los parques de montaña, para así, tener certeza del lugar a ser visitado, la cantidad de personas en las expediciones, el objetivo de la expedición y demás datos técnicos;
- Los usuarios y visitantes deben retirar sus desechos, queda prohibido enterrarlos: los desechos deberán cargarse en recipientes herméticos de PVC y luego deberían ser depositados en lugares adecuados en los campamentos base.

Sin embargo esta buena iniciativa no llegó a buen fin, los principales problemas de la implantación de este conjunto de reglas fueron³:

- Informalidad de algunas empresas turísticas: hoy se tiene muchas empresas de turismo de montaña que son informales, no están registradas en el ministerio de industria y turismo, tampoco pagan impuestos, trabajan informalmente, fuera de los requisitos establecidos por la ley;
- Excesiva promoción de las montañas por el estado peruano: los estados andinos han tenido un importante crecimiento económico en los últimos años y el turismo ha sido una de esas áreas de crecimiento. Las montañas y glaciares son

³ Datos obtenidos de las reuniones anuales de coordinación de la Asociación Nacional de Guías de Montaña del Perú.

promovidos como destino turístico, sin tener en cuenta la capacidad de las montañas para recibir expediciones, la poca infraestructura existente en los parques nacionales, la nula educación ambiental de las empresas de turismo de montaña;

- La falta de una entidad que fiscalice a tales empresas turísticas: las prefecturas tienen áreas de control ambiental, pero ellas solo actúan en cuidado y promoción de la ecología y en algunos casos también en educación ambiental en las escuelas de enseñanza fundamental y enseñanza media. La fiscalización de las empresas turísticas no es hecha por ninguna entidad pública o privada. La actual fiscalización solo se basa en aspectos tributarios y de funcionamiento, lo cual solo atinge a las empresas formales;
- Falta de una legislación específica para este tipo de actividades: La ley N° 28245, del 4 de Junio del 2004, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental de Perú, no contempla ningún ítem referente a la contaminación de las montañas, es más un tema general a ser interpretado para las diferentes causas ambientales;
- Falta de educación ambiental en temas específicos: El Perú, así como la América Latina, aun no tienen desarrollado de forma adecuada temas ambientales en su sistema educativo.

El Ministerio del Ambiente del Perú fue creado en 2008, su trabajo desde entonces en relación a la contaminación de las montañas fue prácticamente inexistente, solo se limitó a crear nuevos parques montañosos, crear puntos de acceso controlado, para tener una futura estadística de ingresos, que no cuentan con personal capacitado para el debido control. La comunidad montañera aisladamente hace un trabajo de concientización directa de la sociedad en temas ambientales, trabajando en las universidades y en las empresas de turismo, pero aun es insuficiente en relación al gran número y la diversificación de las personas que visitan las montañas.

Además de eso, la comunidad montañera viene haciendo un trabajo de educación ambiental indirecta de nivel internacional, en asociación con algunas universidades y algunas empresas comprometidas, se produce anualmente el INTERNACIONAL MOUNTAIN FILM FESTIVAL

– INKAFEST⁴, que retrata tópicos técnicos, sociales y de medio ambiente en las montañas, teniendo participación global.

También existen algunas ONG's envueltas en temas ambientales en las montañas, entre ellas se puede destacar a GLACIARES PERU ONG⁵, que desarrolla tecnología para la protección de los glaciares frente al calentamiento global, también viene trabajando en estos temas la ONG ITDG⁶ Intermediate Technology Development Group que viene desarrollando trabajos relacionados al cambio climático y su incidencia en las montañas.

Aun es muy poco lo que se hace, y también es poco el interés del gobierno en la preservación de las montañas, específicamente en el tema de los residuos y desechos generados en esos ambientes. Ese escenario refleja una enorme carencia ejecutivo-administrativa que imposibilita la evaluación de la calidad del ambiente en las montañas y su gestión. Es necesario estudiar y observar cuales son los aspectos críticos en la cadena productiva del turismo de montaña, cuales son las dimensiones sociales mas importantes de este problema e identificar las amenazas y oportunidades de la implantación de un nuevo sistema de gestión de residuos.

Es evidente que el primer paso para desarrollar un buen plan de gestión ambiental es la formulación correcta de las directrices que indicarán la dirección de las políticas a ser implantadas. El segundo paso es el compromiso de las autoridades políticas y de los directivos de las empresas envueltas. Las metas y objetivos deben ser comunes, conjuntos, basados en el bienestar de la sociedad, estar en concordancia con la ley.

⁴ <http://www.inkafest.com/>

⁵ <http://glaciaresperu.org/>

⁶ <http://www.solucionespracticas.org.pe/>

3.4 Evaluación de la Gestión bajo la Óptica de la Calidad

La gestión puede ser entendida como un conjunto de actividades basadas en normas, principios y funciones que auxilian la obtención de mejores resultados, delante de los recursos disponibles. Debe existir para todas estas actividades, control y evaluación de la eficiencia, así como interpretación de los resultados obtenidos. De esta forma queda evidente que la evaluación es una de las etapas fundamentales de verificación de los resultados y confirmación de la proximidad de estos con los resultados deseados.

Según Santos (2004), el concepto de gestión engloba el planeamiento, gerenciamiento y políticas ambientales. La finalidad de un planeamiento es desarrollar un diagnóstico y presentar propuestas de gerenciamiento para finalmente ejecutar lo que fue planeado, así como realizar medidas de control y monitoreo de la política y administrar todas las acciones propuestas. Como el concepto de gestión es muy amplio, el foco de este trabajo es el diagnóstico ambiental y la formulación de directrices para un plano de gestión de residuos.

El término evaluación puede ser entendido como un medio de medir y analizar los resultados obtenidos y los recursos utilizados en cualquier proceso, para cualquier periodo de gestión, de forma continua sistemática y estructurada, considerando los objetivos prefijados y criterios específicos del proyecto para verificar los cambios y/o correcciones necesarias para mejora de la organización (INA, 1998).

El proceso de evaluación de la gestión presume conocer la medida y la forma de medición, los parámetros de comparación y corrección de errores, de forma que la medida obtenida pueda ofrecer informaciones para conocer el desempeño actual del proyecto, con base en estas informaciones se pueden verificar los resultados deseados y compararlos a un padrón teórico inicial de desempeño, realizar los ajustes necesarios en caso de encontrarse un desvío de la tendencia deseada (CHASE y AQUILANO, 2008).

Todo proyecto a ser evaluado debe tener marcados los siguientes aspectos: claridad en los objetivos, conducción del proceso de cambio, claridad en las estrategias, claridad en las metas, claridad en la administración de los datos, toma de decisiones basada en los datos obtenidos, dominio de los procesos, uso de un sistema de gestión basado en el análisis propio y enfocado en los objetivos propios (CHASE y AQUILANO, 2008).

La evaluación de la gestión de la calidad es un medio de verificación/comparación de los resultados obtenidos con los planeados inicialmente, usando criterios, parámetros y métodos estadísticos que asocien las actividades de trabajo con la integración de las políticas del proyecto.

3.4.1 Definición de Indicadores

Los indicadores pueden ser entendidos como instrumentos de control de gestión que pueden ser usados en cualquier proceso, que muestran el desempeño de aspectos relevantes definidos en los objetivos del proyecto y permiten el dialogo entre los diversos grupos envueltos en la organización. La escuela de Administración de la Pontificia Universidad Católica de Chile en asociación con la Fundación Ford, presentan el concepto de indicadores como: “herramientas prácticas que permiten a las empresas evaluar el grado de desarrollo de sus estrategias, políticas y prácticas en los distintos ámbitos que envuelve la responsabilidad de un buen ciudadano corporativo”⁷. Por medio de un proceso de evaluación de simple aplicación, las empresas podrán conocer, el nivel cualitativo como cuantitativo, su desempeño en determinadas materias por área y en forma agregada.

Los indicadores pueden ser definidos como parámetros cuyas informaciones describen el estado de un fenómeno de significativa relevancia. Los indicadores tienen la finalidad de reducir la cantidad de medidas y de parámetros, y de simplificar el proceso de comunicación (OECD, 2003).

Finalmente los indicadores pueden ser entendidos como las medidas específicas de un aspecto individual, que pueden ser usadas para investigar y demostrar el desempeño, siendo que cada aspecto puede ser representado por diversos indicadores (WBCSD, 2000).

Los indicadores son usados en inúmeras actividades de conocimiento humano, en áreas de: salud (índices de natalidad, mortalidad, etc), educación (índice de analfabetismo, etc), economía (PBI, renta per cápita), sociología (índice de desarrollo humano), y en el medio ambiente (calidad de aire, de agua, etc). Como ya fue dicho, los índices no reflejan la totalidad de los aspectos del tema, pero pueden ofrecer un cuadro general sobre lo que está aconteciendo con determinado problema, por las informaciones analizadas, y así comprender mejor la situación investigada. Es muy frecuente el uso de indicadores como herramientas de apoyo en la

⁷ <http://www.accionrse.cl/app01/home/pdf/documentos/Indicadores.pdf>

elaboración de políticas ambientales, por su capacidad para simplificar la información de fenómenos complejos y mejorar la comunicación entre quien decide y el proceso. En este trabajo, los indicadores serán usados para integrar cuestiones ambientales, económicas y políticas de áreas específicas, auxiliar en la toma de decisiones integrando tales cuestiones, también relatar el estado en que el medioambiente se encuentra.

3.4.2 Clasificación de Indicadores

Desde esta perspectiva, utilizada para abordar los problemas ambientales, políticos y sociales, según la OECD (2003) los indicadores ambientales también pueden clasificarse de la siguiente forma más resumida:

- **Indicadores de presión:** Reflejan presiones sobre el medio, directas (ejemplo: descarte de residuos, emisiones de CO₂) o indirectas (ejemplo: crecimiento de la población);
- **Indicadores de estado del medio ambiente:** Describen la calidad del medio (flora, fauna, suelo, aire y agua) y de los recursos naturales asociados a procesos de explotación socioeconómica;
- **Indicadores de respuesta:** Indican el nivel de esfuerzo social y político en materia ambiental y de recursos naturales.

3.4.3 Indicadores de Evaluación de la Gestión Ambiental

Un análisis de gestión de calidad por medio de indicadores es relevante cuando, entre otros aspectos, se busca evaluar los procesos, envolver a las personas con determinadas atribuciones al producto o servicio, buscar aumentar los beneficios de las relaciones de todos los actores del sistema. El uso de indicadores permite comparar fácilmente la eficiencia del sistema en diferentes periodos, con otros sistemas o con datos teóricos.

Según la OECD (2009), los indicadores son muy útiles en los estudio de impacto ambiental en la medida en la pueden ayudar a identificar los impactos ambientales siempre que cumplan los siguientes objetivos:

- a. Resumir los datos ambientales existentes;

- b. Comunicar información sobre la calidad del medio afectado;
- c. Evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad a la contaminación de una determinada categoría ambiental;
- d. Centrarse selectivamente en los factores ambientales claves;
- e. Servir como base para la expresión del impacto al predecir las diferencias entre el valor del índice con proyecto y su valor sin proyecto.

3.4.3.1 Desempeño Ambiental y Eco-eficiencia

La necesidad de las organizaciones de mantenerse más competitivas en el mercado, hace que estas sean cada vez más creativas e innovadoras (nuevas tecnologías, prácticas eficientes en la cadena de suministros, productos que usan menos recursos para ser fabricados), es en ese escenario que surge el concepto de eco-eficiencia, que reúne dos aspectos vitales, la economía y el medio ambiente. Hoy el mercado de algunos productos llamados sustentables, hace que la postura de las empresas se fortalezca con aquella constante búsqueda por la eficiencia y la sustentabilidad.

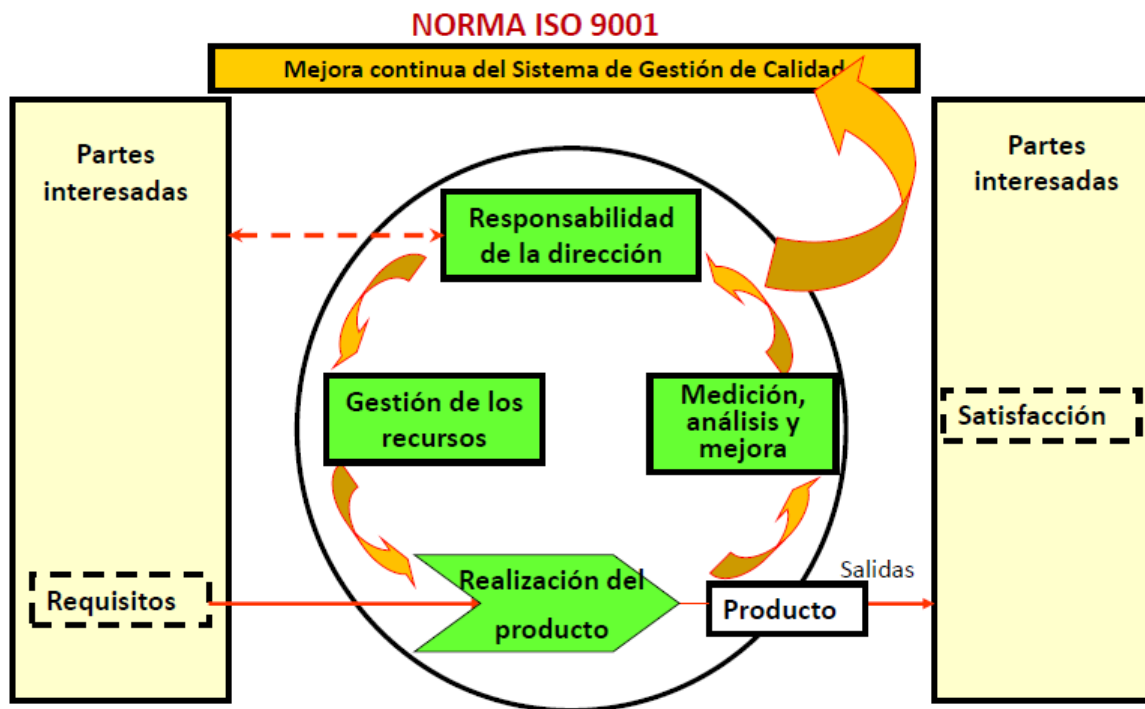
Cada vez más sectores económicos se preocupan en gerenciar sus sistemas dirigidos al desarrollo sustentable, en adecuar sus procesos productivos a la eco-eficiencia. Además de maximizar las ganancias por la minimización de costos de producción y la reducción de impactos ambientales, estas organizaciones generan un lugar especial en los nuevos mercados empujados por los nuevos consumidores. Así se observa que una definición de eco-eficiencia que se acomoda perfectamente en este escenario es: “creación de más valor con menos impacto, hacer más con menos, más bien estar con menos naturaleza” (WSCSD, 2000).

3.5 Planificación de la Calidad y Mejora de los Procesos

Muchas organizaciones buscan la forma de mejorar su desempeño ambiental, hecho que puede ser logrado a través de una mejor gestión de los elementos, de las actividades, de los productos y de los servicios que pueden impactar significativamente en el medio ambiente.

La mejora continua de los procesos es la metodología que se ajusta mejor a la conclusión de los nuevos objetivos de los mercados actuales que se enfrentan a múltiples variables de diferentes orígenes. El concepto de mejora continua tiene un alcance general al abarcar todos los procesos empresariales (internos y externos). Se entiende por producto el resultado del trabajo y cualquier persona por cliente siempre que sea el destinatario de ese trabajo, de ahí que tenemos clientes internos y clientes externos. La figura 3 ilustra el enfoque de la mejora continua, según ISO 9001.

Figura 3: Flujo del proceso de Mejora de Sistemas de Gestión.



Fuente: Calidad & Gestión, 2012.

3.5.1 Evaluación del Desempeño del Sistema

Sobre la medición de desempeño de los sistemas de gestión, Manoochehri (1999) afirma que para tener éxito en el actual ambiente caracterizado por el aumento de la competencia y de la tecnología, las organizaciones necesitan estar dispuestas a cambiar, a adaptarse y a adaptar. Muchas técnicas vienen siendo utilizadas, dentro de ellas se destaca la medición de desempeño, al monitorear y guiar los sistemas en dirección a sus objetivos estratégicos. Los indicadores

permiten que el gestor comprenda el funcionamiento organizacional de forma más rápida, generando informaciones relevantes para la toma de decisiones (KAYDOS, 1991).

Cualquier proceso de gestión a ser avaluado, precisa de un sistema eficiente de monitoreo de datos y evaluación periódica de los mismos a lo largo del tiempo. Por esa razón, se debe levantar el contenido de los indicadores a ser monitoreados, analizados, realizar la recolección, clasificación, análisis y composición de informaciones en forma de indicador (NELLY y BOURNE 2000).

Un estudio realizado en el Valle de Pindari, en la cadena montañosa del Himalaya, mostró que 60,68% de los residuos no biodegradables presentes en la región, pueden ser eliminados por el empleo de prácticas de reuso (39,34%) y reciclaje (21,34%). En tanto, estos materiales deben ser recogidos por los visitantes después de sus expediciones y llevados hasta locales donde pueden ser transportados y encaminados para el tratamiento adecuado. Aun, el involucramiento público en la minimización de los impactos ambientales en actividades “ecológicas” es premisa fundamental (KUNIYAL, 2006). Este proceso podría generar datos estadísticos que servirían para evaluar la gestión de residuos en las cadenas montañosas.

Para este estudio fueron usadas las herramientas de calidad habituales en la evaluación y control estadístico de procesos: resúmenes gráficos, análisis de normalidad de los datos, graficas de corridas, gráficos de correlación, pruebas T de student, Análisis de la Varianza, todas estas herramientas nos ayudan a evaluar el desempeño de estos procesos.

Un aspecto importante en la evaluación de cualquier sistema es que la colecta de datos tiene que ser siempre continua, teniendo como segundo propósito la formación de data histórica y la proyección de demanda futura del sistema (CHASE y AQUILANO, 2008).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Metodología de la Investigación

Según Lakatos y Marconi (1991), la metodología representa un conjunto ordenado de procedimientos necesarios para atinjar los resultados deseados. Los datos colectados para obtener esos resultados pueden ser obtenidos por:

- Documentación Indirecta: se refiere al estudio de documentos disponibilizados;
- Documentación Directa: se refiere a la investigación de campo y laboratorio;
- Observación Directa Intensa: realizada por medio de una entrevista al participante o por la observación del asunto (individual, en equipo, sistemática, no participante, participante, en la realidad, en laboratorio) de interés, en la presencia del investigador;
- Observación Directa Extensa: desarrollada por medio de un cuestionario (preguntas secuenciales organizadas, sin presencia del entrevistado) o un formulario (cuestiones a ser llenadas por el investigador).

Esta pesquisa fue compuesta por dos fases, la primera fase exploratoria y bibliográfica a partir de datos secundarios y la segunda por un trabajo de colecta de datos en campo. Para la realización de la segunda parte de este trabajo fueron monitoreadas las tres montañas de mayor afluencia de turistas en la cordillera de Huayhuash, como son el nevado Mitaraju, el nevado Diablo Mudo y el nevado Cuyoc.

4.2 Descripción del Área de Estudio

4.2.1 Características Físicas da la Cordillera de Huayhuash – Perú

La cordillera de Huayhuash es una de las cordilleras de los Andes centrales del Perú (Figuras 4 y 5). Se extiende de Sur a Norte, su cadena principal tiene unas veinte cumbres en un largo de 25 Km aproximadamente, tiene también una cadena secundaria de cumbres de menor altura que va en dirección Oeste, con un largo de 15 Km. aproximadamente. Siete de sus picos

superan los 6000 metros sobre el nivel del mar. Entre sus principales cumbres se destacan el Yerupaja (6617 m), Siula Grande (6344 m), y dentro de las montañas mas visitadas están el Diablo Mudo (5350 m) y Cuyoc (5550 m). También se tienen muchas lagunas, glaciares, responsables por el abastecimiento y la regulación del agua a los poblados del litoral peruano.

Figura 4: Imagen Aérea da Cordillera de Huayhuash



Fuente: Mi Geo, 2012.

Figura 5: Parte Inicial da Cordillera de Huayhuash, de Sur a Norte.



Fuente: Archivo personal, 2010.

La cordillera de Huayhuash es la segunda cadena montañosa más alta del mundo en la zona tropical, después de la Cordillera Blanca (Perú), inmediatamente al norte de esta. Está localizada a 120 Km. del Océano Pacífico. Sus cumbres son la división de aguas de esta parte del continente americano, las aguas de la cuenca oriental desembocan al río Marañón, el principal tributario del río Amazonas que tiene su nacimiento en la Cordillera Volcánica en el Sur del Perú, departamento de Arequipa. La cordillera de Huayhuash es uno de los ecosistemas mas frágiles del mundo, pero últimamente el aislamiento natural que tenía hasta algunos años es cada vez menor por la construcción de carreteras de penetración en los andes con fines de mineros y el crecimiento turístico que aprovecha estas estradas.

La cordillera de Huayhuash se encuentra localizada a 10°30'01 de latitud sur y 76°45'09 de longitud oeste, en el área donde se juntan las regiones de Ancash (provincia de Bolognesi), Huanuco (provincia de Luricocha) y Lima (provincia de Cajatambo) (Municipalidad de Bolognesi, 2011).

El sistema hidrográfico de la cordillera de Huayhuash esta dividido en dos vertientes: La vertiente del Pacífico que drena el frente occidental a través de los tributarios del río Pativilca, y la vertiente del río Amazonas, que drena el frente oriental a través de los tributarios del río Marañón. La altitud varía mucho en cortas distancias, hecho que ocasiona que la temperatura oscile de climas semi-tropicales a climas polares. La temperatura media de los valles es de 20° C, en las noches oscila entre 10 a 15°C. Sobre los 4000 m, en las noches la temperatura es 10° C negativos. Las precipitaciones pluviales comienzan en el mes de Octubre y terminan en el mes de Marzo. La cordillera de Huayhuash está constituida por rocas sedimentares del periodo cretáceo. Específicamente se presenta caliza y cuarcita en todo el recorrido del área, sin embargo existen intrusiones ocasionales de carbonífero y pizarras o xistos de arcilla roja (KINSL, 1957). La geología es importante para determinar las posibles roturas por movimientos sísmicos de lascadas impermeables de la napa freática con futuros fugas hídricas y probables contaminantes contenidos en los cuerpos de agua. La Tabla 1 muestra las diferentes montañas de la cadena principal de Huayhuash y la Tabla 2 muestra las montañas de la cadena secundaria de la misma cordillera. La Tabla 3 muestra las lagunas formadas por lo deshielos de la Cordillera de Huayhuash.

Tabla 1: Montañas de la Cadena Principal de la Cordillera de Huayhuash.

Montaña	Altura (m)	Montaña	Altura (m)
Carnicero	5960	Mitaraju	5750
Cuyoc	5550	Rondoy	5870
Diablo Mudo	5350	Sarapo	6127
EL Toro	5830	Sarapococha	5370
Jisrishanca	6126	Seria Punta	5567
Jisishanca Chico	5446	Siula Grande	6344
Nevado Huaraca	5537	Sueroraju	5439
Nevado Jurau	5674	Trepecio	5653
Nevado Quesillo	5600	Yerupaja	6617
Nevado Suerococha	5625	Yerupaja Chico	6089
Ninashanca	5607		

Fuente: http://www.munibolognesichiquian.gob.pe/acerca_turismo.php

Tabla 2: Montañas de la Cadena Secundaria de la Cordillera de Huayhuash.

Montaña	Altura (m)	Montaña	Altura (m)
Ancocancha	5560	Seria	5543
Ancocancha Este	5557	Seria Norte	5860
Huacrish	5622	Seria Sur	5230
Nevado Suerococha	5350	Tsacra Chico	5548
Rasac	6040	Tsacra Grande	5774

Fuente: http://www.munibolognesichiquian.gob.pe/acerca_turismo.php

Tabla 3: Lagunas de la Cordillera de Huayhuash.

Laguna	Altura (m)
Carhuacocha	4145
Juhuacocha	4050
Jurhuacocha	4480
Mitucocha	4240
Solterococha	4122

Fuente: http://www.munibolognesichiquian.gob.pe/acerca_turismo.php

Así como su hermana la Cordillera Blanca, la Cordillera de Huayhuash tiene una gran diversidad de flora y fauna. El instituto de Montaña hizo estudios en la cordillera de Huayhuash identificando 272 especies de plantas, agrupadas en 148 géneros y 55 familias. Hay 61 especies de aves, 14 mamíferos, dos anfibios y dos tipos de peces. Hay cinco zonas ecológicas en esta cordillera: bosque de rivera (bosque ribereño), arbustos majos, prados de puna, bosques de montaña, bofedales y lagos (GLAVE, 2003). Fue nombrada Área Reservada por el gobierno en el año 2011.

4.2.2 Características del Turismo en la Región

Una de las buenas particularidades de la Cordillera de Huayhuash fue su poca degradación debido a la poca afluencia de personas por la dificultad de acceso, desde el año 1995 (año del

boom minero) esa situación favorable para el ambiente mudó con la construcción de carreteras por las empresas mineras que trabajan en la zona; así, existen ahora muchas expediciones que aprovechan la rapidez de las carreteras para aproximarse a las montañas, lagunas y glaciares.

Hoy la situación de los residuos sólidos en la cordillera de Huayhuash no llega a ser tan alarmante como la de su hermana la Cordillera Blanca, principalmente porque el desarrollo del montañismo en la Cordillera Blanca es de mas de 40 años mientras que en la cordillera de Huayhuash apenas es de 15 años aproximadamente, pero el rumbo que esta tomando la gestión de residuos en esta cordillera es el mismo, el enorme interés económico de las empresas turísticas, mucha promoción y marketing, poca fiscalización del estado.

En la temporada de escalada (de marzo a noviembre) se tienen muchas mas expediciones que las proyectadas para los refugios y campamentos base, con la consiguiente generación de residuos excesiva y su inadecuada disposición final; un problema asociado es el de los desechos humanos y está presente en todo el recorrido de escalada de la montaña.

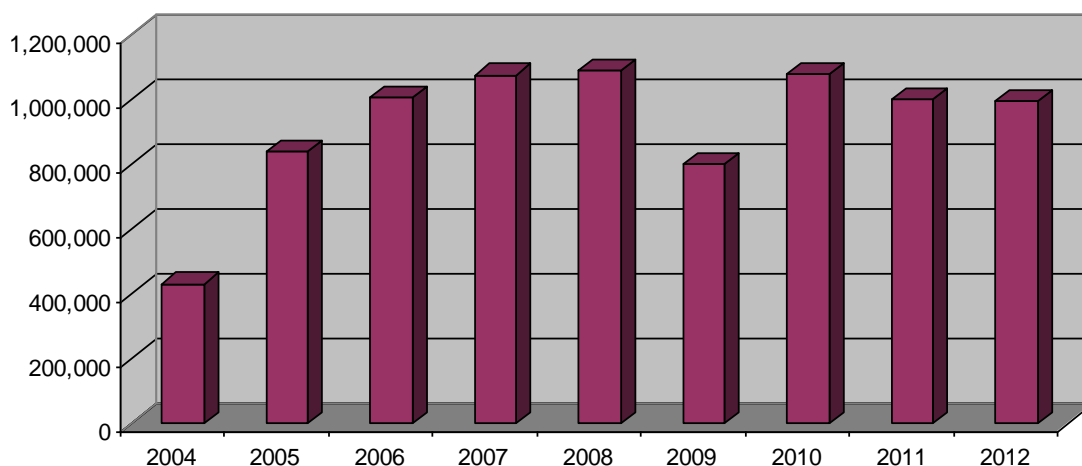
La Tabla 4 muestra los datos de crecimiento de la cantidad de turistas en las áreas de montaña pero solo de los parques nacionales institucionalizados. La Figura 6 muestra el gráfico referente a estos datos. Es importante resaltar que la mayor parte de las zonas de montaña aun no son consideradas como Áreas Naturales Protegidas, los datos de estas grandes áreas no son recolectados.

Tabla 4: Visitantes Nacionales y Extranjeros a las Montañas del Perú
INGRESO DE VISITANTES NACIONALES Y EXTRANJEROS
A LAS AREAS NATURALES MONTAÑERAS PROTEGIDAS POR EL ESTADO
AÑOS 2004-2012

ANPE	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
PN HUASCARAN	109,302	119,342	149,360	144,982	108,930	97,349	111,919	126,820	137,534
Extranjero	10,678	12,297	72,889	33,782	23,998	31,071	32,067	33,185	33,950
Nacional	98,624	107,045	76,471	111,200	84,932	66,278	79,852	93,635	103,584
PN COLCA	87,514	103,858	118,686	122,636	140,613	146,818	169,582	175,030	184,500
Extranjero	71,296	83,331	92,003	91,348	102,155	98,736	109,622	119,605	125,430
Nacional	16,218	20,527	26,683	31,288	38,458	48,082	59,960	55,425	59,070
RN SAL. A. BLAN.	0	7,027	6,260	51,393	45,934	39,810	29,004	3,086	984
Extranjero	0	6,258	6,260	42,637	35,736	30,102	20,579	1,349	554
Nacional	0	769	0	8,756	10,198	9,708	8,425	1,737	430
RN TITICACA	0	186,612	215,508	198,225	221,633	104,380	219,137	184,745	167,548
Extranjero	0	50,943	152,631	129,900	164,029	78,084	162,398	151,235	144,051
Nacional	0	135,669	62,877	68,325	57,604	26,296	56,739	33,510	23,497
SN HUALLAY	18,414	3,140	26,910	20,395	27,186	11,877	10,260	11,313	7,698
Extranjero	173	35	95	64	62	86	123	86	64
Nacional	18241	3,105	26,815	20,331	27,124	11,791	10,137	11,267	7,634

Fuente: SERNAMP, 2012.

Figura 6: Evolución del flujo de turistas en el tiempo



Fuente: Elaborado para el estudio.

4.2.3 Delimitación del Área de Estudio

En virtud de la grandiosidad de la cordillera, el área de estudio para el desarrollo de este proyecto, fue delimitada la región de las tres montañas con mayor afluencia de expediciones, a saber: Nevado Mitaraju, Nevado Diablo Mudo y Nevado Cuyoc.

4.3 Levantamiento de Datos sobre la Gestión de Residuos en el Área de Estudio

Estudiar y evaluar los residuos sólidos en la Cordillera de Huayhuash han sido un problema por la falta de interés ambiental del gobierno y de las instituciones envueltas. Como ya fue dicho, la cordillera de Huayhuash fue declarada como Zona Reservada, por el Ministerio del Ambiente, por la resolución ministerial N° 007-2011-MINAM. Esta resolución declara Zona Reservada la Cordillera de Huayhuash sobre una superficie de 67,589.76 hectáreas, que comprende los distritos de Pacllon y Mangas en la provincia de Bolognesi, departamento de Ancash; Queropalca, Lauricocha y San Miguel de Curi de la provincia de Lauricocha, en el departamento de Huanuco; Copa y Cajatambo en el departamento de Lima. Todos estos distritos

son muy pequeños, administrativamente inexistentes, por esta razón aun no han establecido en su estructura de funcionamiento el PIGARS (Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos) respectivo, poco presupuesto y falta de profesionales especialistas han influido en esta deficiencia.

En este estudio, fueron realizadas expediciones a la Cordillera de Huayhuash, para evaluar la cantidad y el tipo de residuos generados en los tres tipos principales de expediciones:

- Expediciones de Montañistas;
- Expediciones de Estudio;
- Expediciones Turísticas.

4.3.1 Levantamiento Cuantitativo de Datos

Los datos referidos al peso y características físicas de los residuos fueron levantados usando la siguiente metodología:

- Se colectaron todos los residuos individuales (de cada persona) en bolsas plásticas, en cada una de las tres expediciones;
- Se colectaron todos los residuos grupales (de la cocina en expediciones turísticas) en bolsas plásticas, en cada una de las expediciones;
- Los residuos fueron pesados de forma separada, con una balanza de operación manual, en el mismo lugar de la colecta;
- La caracterización de los residuos fue hecha también de forma manual, por la pequeña cantidad de los mismos;
- Los datos de peso y tipo de material fueron debidamente anotados, para cada caso, en cada expedición, para su posterior digitalización.

Las Figuras 7, 8, 9 y 10 ilustran el pesado y la recolección de los residuos de la cordillera de Huayhuash.

Figura 7. Pesado de residuos Nevado Cuyoc



Figura 8. Pesado de residuos Nevado Mitaraju



Figura 9: Pesado de residuos Nevado Diablo Mudo



Figura 10. Recolecta de residuos para pesar.



Fuente: Archivo personal, 2011.

4.3.2 Levantamiento Cualitativo de Datos

Fueron elaborados tres tipos de cuestionarios diferentes (ANEXO 1), adaptados y orientados a obtener datos de percepción de la situación actual de los residuos en las montañas, expectativas de la gestión de residuos en las montañas en el futuro y del compromiso de cada uno de los principales participantes en la gestión de residuos, estos datos son de especial importancia para la pesquisa, para poder determinar la aceptación que podrían tener en el futuro las directrices a ser propuestas por este trabajo:

- Cuestionario de preguntas para los dueños de las empresas turísticas (tercer nivel);
- Cuestionario de preguntas para los empleados de las empresas turísticas y personal empleado del parque, guías contratados, porteadores, trabajadores de las empresas (segundo nivel);
- Cuestionario de preguntas para los expedicionarios: montañistas, deportistas y turistas (primer nivel).

4.3.3 Levantamiento de Datos en Rocky Mountains – Canadá

El estudio consideró hacer algunas expediciones en Canadá para poder tener un patrón comparativo de los procesos, tener un *benchmarking* teórico, relacionar los sistemas de administración de parques montañosos. Esta parte del estudio es comparativo, tiene especial implicancia en la determinación de las directrices, el cálculo de las capacidades y la mejora de los procesos.

4.3.3.1 Características de las Rocky Mountains

Las Montañas Rocosas canadienses son una cordillera localizada en dos provincias, Alberta y Columbia Británica. Una parte de este sector también corre por la parte norte de los estados de Idaho y Montana en los estados unidos de Norteamérica. El extremo norte de las rocosas Canadienses está en la llanura del río Liard, en la Columbia Británica. La figura 11, muestra los parques montañosos visitados en este estudio:

Figura 11: Mapa de las Rocky Mountains, en destaque los parques Jasper y Banff



Fuente: Wikimapia, 2012.

Dentro de las Montañas Rocosas canadienses se han establecido cinco parques nacionales, cuatro de ellos entrelazan y forman las Montañas Rocosas canadienses, estos parques tienen la categoría de Parques Patrimonio de la Humanidad. Este punto es muy importante en las diferencias de los sistemas (peruano – canadiense); al ser las Montañas Rocosas Patrimonio de la Humanidad, el cuidado de ellas es mucho más exhaustivo y la gestión de estos parques es política de estado. Estos cuatro parques son el Parque Nacional Banff, Parque Nacional Jasper, Parque Nacional Yoho y el Parque Nacional Kootenay.

Las expediciones de este estudio fueron realizadas en el Jasper National Park y en el Banff National Park, que son los más concurridos y tienen la mejor gestión de residuos. Las montañas más concurridas en estos parques son las que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Montañas de las Rocky Mountais y sus altitudes.

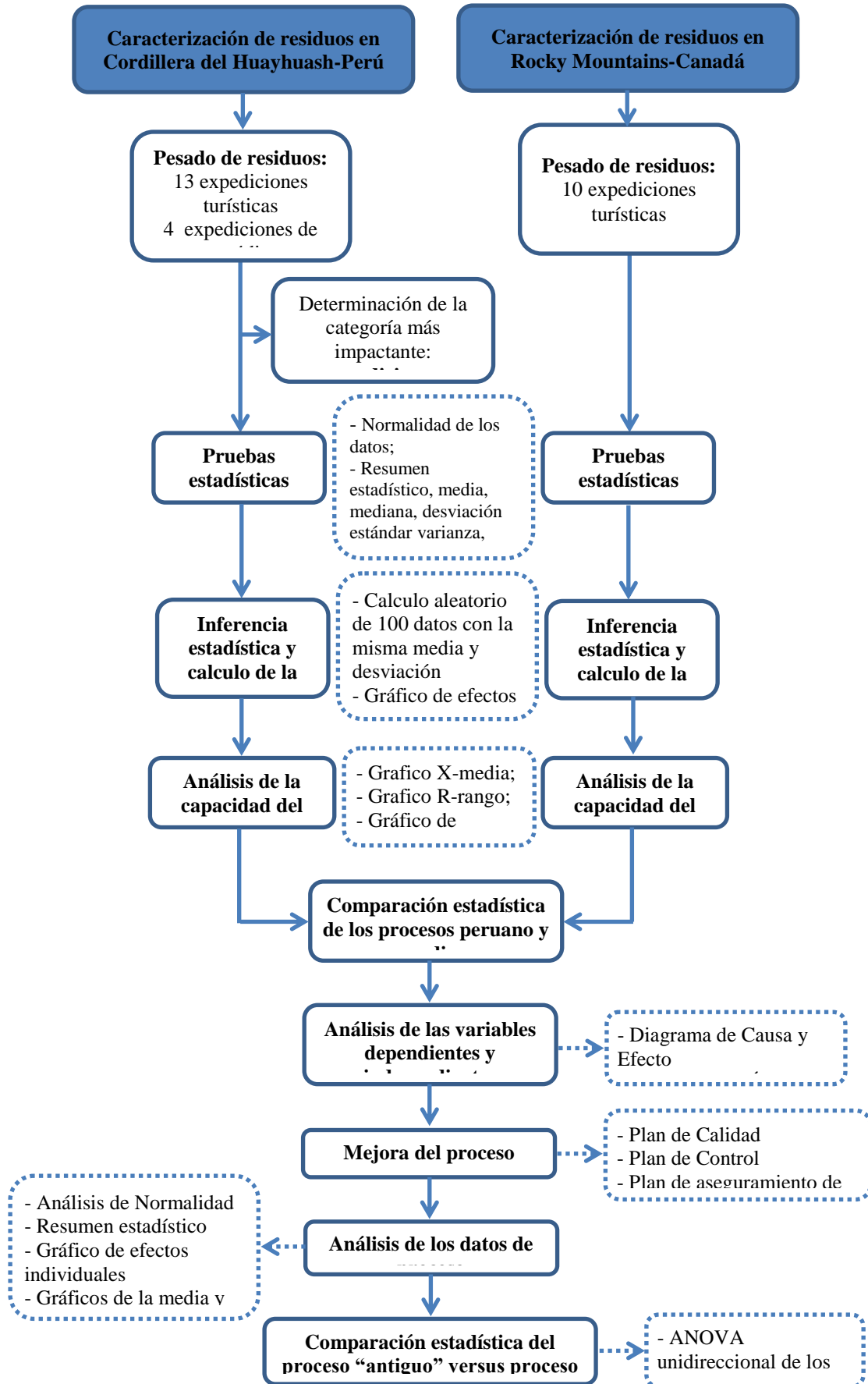
Montaña	Altura (m)	Montaña	Altura (m)
Monte Robson	3954	Monte Columbia	3747
North Twin Peak	3684	Monte Clemenceau	3658
Monte Alberta	3619	Monte Assiniboine	3618
Monte Forbes	3612	South Twin Peak	3566
Monte Temple	3543	Monte Bryce	3507
Monte Kitchener	3505	Monte Hungabee	3492
Monte Brazeau	3470	Monte Athabasca	3491
Snow Dome	3456	Monte Andrómeda	3450
Monte Joffre	3349	Monte Edith Cavell	3363

Fuente: Wikipedia, 2012.

4.4 Análisis y Tratamiento Estadístico de los Datos

Para el análisis y tratamiento estadístico de los datos, fueran usadas diversas herramientas. La figura 12 muestra un resumen de todas las etapas de colecta, análisis y tratamiento de datos.

Figura 12: Diagrama de flujo del análisis y tratamiento de los datos.



5. RESULTADOS

5.1 Identificación de Indicadores

En el caso de las montañas del Perú aun no se tiene ningún estudio evaluando su situación ambiental, ni de los procesos y servicios que se desarrollan en el medio ambiente montañoso. No basta saber que existan indicadores que hayan funcionado bien para evaluar otras situaciones, es fundamental hacer una buena decisión al escoger los indicadores y conocer el resultado de las relaciones de estos para alcanzar mayor eficacia en el desarrollo de las medidas propuestas.

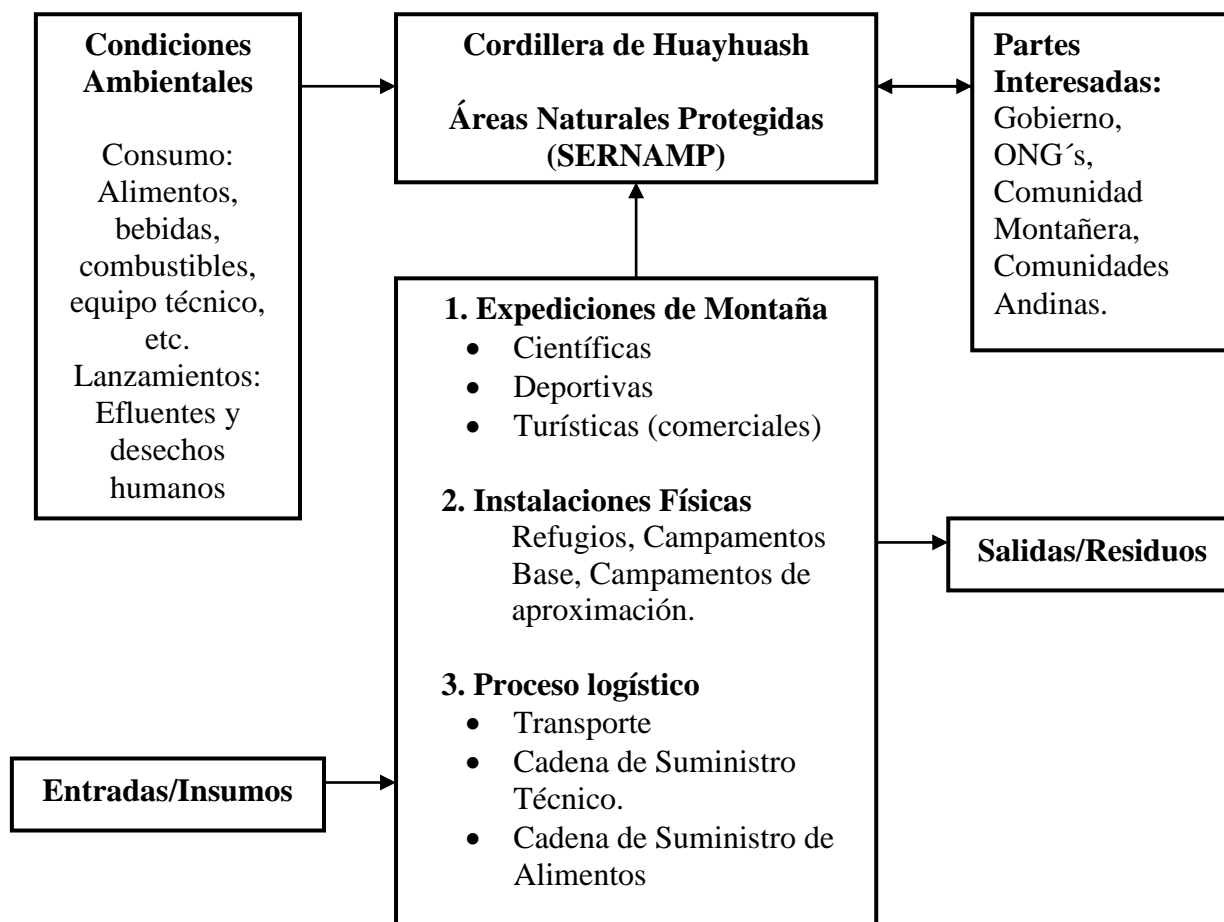
Basados en la representación de las relaciones entre la gestión de las empresas, las condiciones ambientales y los indicadores de desempeño ambiental (IDA) y los indicadores de condición ambiental (ICA), se hizo una representación de las relaciones para este estudio, que se muestra mas adelante.

A partir del establecimiento de las condiciones ambientales, fueron definidos los indicadores ICA que servirán de base para la evaluación y medida del desempeño. Estos indicadores determinados son la base para que cualquier proyecto desarrolle procesos de mejora continua, a partir de estos la gerencia del proyecto adopta los indicadores de condición de gestión (ICG) y asume el control de las operaciones por medio de los indicadores de desempeño de operaciones (IDO). Estos indicadores permitirán el transcurso del proceso productivos y de servicio, considerando las entradas y salidas del sistema. Con estas informaciones se puede hacer una matriz con los ítems más resaltantes en este análisis (materia prima usada, residuos generados, producto, insumos gastados), analizar el desarrollo de los indicadores en el tiempo para cada caso, promoviendo algunas medidas y acciones preventivas/correctivas para mejorar el sistema y presentar propuestas dirigidas al desarrollo sustentable.

La figura 13 representa las relaciones de la gestión de la condición ambiental en las montañas y la inserción de indicadores.

Figura 13: Relación de la gestión con la condición ambiental en las montañas y la inserción de indicadores.

CONDICIÓN AMBIENTAL – INDICADORES DE CONDICION AMBIENTAL



En los documentos actuales sobre indicadores de sustentabilidad se habla mucho sobre la importancia, uso, modelos y construcción de indicadores como un todo. Así, serán presentadas algunas de las principales ideas de estos temas:

- Cuando hay interés de medir y comparar algún proceso, pueden ser creados indicadores cualitativos y cuantitativos de un conjunto de datos. Estos indicadores pueden tornarse referencia o parámetro de comparación y hasta alterar la dinámica y comportamiento de la cadena de valor de aquel proceso. Así los indicadores promueven la mudanza, la mejora continua, el aprendizaje y la transferencia de tecnología;

- Un determinante crítico del comportamiento del sistema de evaluación es la decisión de escoger los indicadores, pues estos son puntos de apalancamiento (*leverage points*) que pueden alterar un sistema para mejor o para peor. Los indicadores presentan una de las más rápidas formas de identificar que el sistema tiene que mudar;
- La mejora de los procesos y modelos, y la elección de los indicadores adecuados para aquellos intereses son procesos de aprendizaje continuo y de evolución constante;
- Los indicadores son reflexiones parciales de la realidad, basados en modelos inciertos e imperfectos porque presentan abstracciones sobre como funciona un sistema generalmente complejo, sobre lo que es importante y sobre lo que debería ser medido.

Se enfatiza, entonces, el uso de indicadores de desempeño y de calidad “para evaluar resultados globales, productos, servicios, procesos, tareas y actividades” (TACHIZAWA, 2004). No existe un conjunto de indicadores padrón, se usan los indicadores de acuerdo con el interés e intención de medirse y/o evaluar algo deseado, de esa forma se buscan los indicadores mas adecuados. Si esos no existen, se parte para la creación de ellos.

Los indicadores desarrollados por el autor para este trabajo están representados en las siguientes ecuaciones (1) y (2):

$$IDPM = \left(\frac{\text{Total de Desechos Producidos (g)}}{\text{Nº de Integrantes de la Expedición}} \right) \Bigg/ 100 \quad (1)$$

$$IRDM = \frac{\text{Total de Desechos Producidos (g)}}{\text{Total de Desechos Retirados (g)}} \quad (2)$$

IDPM: Indicador de Desechos Producidos en la Montaña.

Valoración: comparativo, respecto de un promedio teórico (muy bueno, bueno, malo, pésimo).

IRDM: Indicador de Recojo de Desechos en la Montaña.

Valoración: 1 = valor optimo.

$X's > 1$, indican perdida de eficiencia, mientras el índice se aleje mas de 1 mas ineficiente será el proceso.

5.2 Caracterización de los Residuos Sólidos en las Montañas de Perú

Para la caracterización de los residuos se realizaron diversas expediciones a las tres montañas determinadas, poniendo énfasis en los principales tipos de actividades realizadas en las montañas; montañismo, estudio y turismo. Finalmente se ha consolidado una media de producción de desechos en cada una de las diferentes actividades y se ha determinado cual de ellas tiene una generación mayor y contaminante.

5.2.1 Residuos Sólidos Generados en las Expediciones de Montañistas

Fueron realizadas 10 expediciones, con la participación del autor y otros montañistas, se realizaron en los tres nevados de estudio, Nevados Mitaraju, Cuyoc y Diablo Mudo de la cordillera de Huayhuash, a lo largo de los años 2011 y 2012.

Los grupos fueron conformados por montañistas nacionales y extranjeros que tenían pleno conocimiento del código internacional del montañista y los protocolos de convivencia en la montaña que son de uso general de los montañistas. Por este motivo se usa este dato como el promedio teórico óptimo para la comparación del IDPM. El dato promedio de producción de desechos obtenidos en estas expediciones es de 211.4 g per capita por día.

El tipo de residuos generados pueden ser divididos en residuos individuales (aquellos generados por cada montañista individualmente) y residuos grupales (aquellos generados en la cocina principalmente). Las tablas 6 y 7 muestran la caracterización de los residuos individuales y grupales en estas expediciones respectivamente. La tabla 8 muestra la generación total de residuos.

Tabla 6: Caracterización física de los residuos individuales del montañista.

Tipo	Material	Capacidad
Embalaje	tetra Pak	1 L
Embalaje	cartón	1 kg
Embalaje	aluminio	150 g
Embalaje	aluminio	300 g
Embalaje	aluminio	150 g
Embalaje	aluminio	45 g
Baso	plástico	150 ml
Botella	pet	2 L

Tabla 7: Caracterización física de los residuos grupales de las expediciones de montañistas.

Tipo	Material	Capacidad
Embalaje	aluminio	350 ml
Balón	metal	450 g
Embalaje	isopor	1 kg
Embalaje	plástico	120 g
Bolsas	plástico	-
Papel higiénico	papel	-
Servilletas y toallas	papel	-

Tabla 8: Peso de los residuos totales en expediciones de montañistas.

Expediciones	Nº personas	Generación Total (g)
Expedición 1	8	1690
Expedición 2	8	1700
Expedición 3	9	1690
Expedición 4	10	1800
Expedición 5	7	1500
Expedición 6	7	1550
Expedición 7	8	1690
Expedición 8	9	1800
Expedición 9	8	1680
Expedición 10	8	1860

El promedio de generación de residuos en estas expediciones es 1696 g, el promedio de integrantes en estas expediciones es 8.1 personas, para efectos prácticos fue usado 8 personas para el calculo de los indicadores. Entonces la producción de residuos per cápita es de 212 g.

En estas expediciones, el consumo de agua proviene de los riachuelos y lagunas, de esa forma el consumo de botellas PET es mínimo, solo se calienta el agua para beber en las noches, y las comidas son muy simples, lo que propicia un consumo mínimo de combustibles. Los indicadores para este tipo de expediciones promedio fueron:

$$\text{IDPM} = \left(\frac{1696 \text{ g}}{8} \right) // 100 = 2.12$$

$$\text{IRDM} = \frac{1696 \text{ g}}{1696 \text{ g}} = 1$$

IDPM: Muy bueno.

IRDM: Optimo.

5.2.2 Residuos Sólidos Generados en las Expediciones de Estudio

Fueron realizadas 4 expediciones con el autor participando como guía en expediciones que estudian el impacto del calentamiento global en los glaciares andinos, en la cordillera de Huayhuash a lo largo del año 2012, los grupos fueron conformados por dos guías de montaña y un número variable de técnicos y científicos del proyecto Recuperación de Glaciares y Enfriamiento Global, (<http://glaciaresperu.org/>). El dato promedio de producción de desechos, obtenido en estas expediciones es de 232 g.

El tipo de residuos generados puede ser dividido en residuos individuales (aquellos generados por cada expedicionario individualmente), y residuos grupales (aquellos generados en la cocina principalmente), las tablas 9 y 10 muestran la caracterización de los residuos es esta expedición y la tabla 11 muestra la generación total de residuos.

Tabla 9: Caracterización física de los residuos individuales, expediciones de estudio.

Tipo	Material	Capacidad
Embalaje	tetra Pak	1 L
Embalaje	cartón	1 kg
Embalaje	aluminio	150 g
Embalaje	aluminio	300 g
Embalaje	aluminio	150 g
Embalaje	aluminio	45 g
Baso	plástico	150 ml
Botella	pet	2 L
Embalaje	lata	80 g

Tabla 10: Caracterización física de los residuos generales, expediciones de estudio.

Tipo	Material	Capacidad
Embalaje	aluminio	350 ml
Balón	metal	600 g
Embalaje	isopor	1 kg
Embalaje	plástico	120 g
Bolsas	plástico	-
Papel higiénico	papel	-
Servilletas y toallas	papel	-

Tabla 11: Peso de los residuos totales en expediciones de estudio.

Expediciones	Nº personas	Generación Total (g)
Expedición 1	5	1710
Expedición 2	8	1560
Expedición 3	9	1955
Expedición 4	10	2200

El promedio de generación de residuos es 1856 g, el promedio de integrantes en estas expediciones es 8 personas, entonces la producción de residuos per capita en estas expediciones es de 232 g.

En esta expedición, el consumo general es ligeramente mayor debido a las exigencias físicas de la propia expedición, para algunas partes de la expedición científica se prioriza el consumo de agua industrializada, para garantizar la pureza de esta. Sin embargo el número de estas expediciones es muy reducido y su impacto resulta insignificante para este estudio, es por esta razón que no fue tomado en cuenta en el análisis estadístico. Los indicadores para este tipo de expediciones promedio fueron:

$$IDPM = \left(\frac{1856 \text{ g}}{8} \right) // 100 = 2.32$$

$$IRDM = \frac{1856 \text{ g}}{1856 \text{ g}} = 1$$

IDPM: Bueno.

IRDM: Optimo.

5.2.3 Residuos Sólidos Generados en Expediciones Turísticas

Fueron realizadas 13 expediciones turísticas por el autor, participando en diversos grupos de diversas empresas de turismo de montaña, en los Nevados Mitaraju, Cuyoc y Diablo Mudo de la cordillera de Huayhuash, a lo largo de los años 2011 y 2012. Los grupos fueron conformados en su mayoría por turistas europeos, turistas norte americanos y turistas nacionales, dos guías de montaña, porteadores, un cocinero, un ayudante logístico.

Es evidente que en estas condiciones no fueron tomados en cuenta el código internacional del montañista ni los protocolos de convivencia en la montaña que son de uso común para montañistas. Nadie obliga a los turistas y a las empresas de turismo de montaña a traer sus residuos de vuelta hasta los campamentos base y refugios, las pocas expediciones que traen de regreso sus residuos no tienen la infraestructura adecuada para la disposición final. Los datos promedio de producción per cápita de desechos, obtenidos en estas expediciones son de 416 g. Las tablas 12 y 13 muestran la caracterización de los residuos en esta expedición, tabla 14 muestra la generación total de residuos.

Tabla 12: Caracterización de los residuos individuales, expediciones turísticas.

Tipo	Material	Capacidad
Embalaje	tetra Pak	1 L
Embalaje	cartón	1 kg
Embalaje	aluminio	200 g
Embalaje	aluminio	300 g
Embalaje	aluminio	150 g
Embalaje	aluminio	45 g
Embalaje	lata	1 L
Embalaje	lata	80 g
Baso	lata	150 ml
Botella	PET	2 L

Tabla 13: Caracterización de los residuos grupales, expediciones turísticas.

Tipo	Material	Capacidad
Embalaje	aluminio	350 ml
Embalaje	isopor	1 kg
Embalaje	plástico	120 g
Balón	metal	600 g
Botella	vidrio	500 g
Botella	vidrio	620 g
Botella	plástico	350 ml
Bolsas Plásticas		
Papel higiénico		
Servilletas		

Tabla 14: Peso de los residuos totales en expediciones turísticas.

Expediciones	N° personas	Generación Total (g)
Expedición 1	8	3200
Expedición 2	8	3300
Expedición 3	9	3350
Expedición 4	7	3050
Expedición 5	7	3040
Expedición 6	6	2600
Expedición 7	9	4000
Expedición 8	10	4100
Expedición 9	6	2650
Expedición 10	8	3250
Expedición 11	9	4450
Expedición 12	8	3150
Expedición 13	8	3120

El promedio de generación de residuos es 3327.69 g, para fines prácticos fue usado 3328 g; el promedio de integrantes en estas expediciones es 7.9 personas, también por fines prácticos se adoptó el 8, entonces la producción de residuos per capita en estas expediciones es de 416 g.

Es necesario señalar que las condiciones de estas expediciones son muy diferentes desde su concepción; para comenzar el requerimiento de alimentos más sofisticados precisa de muchos más recursos logísticos, el consumo de agua es totalmente industrializada, haciendo mayor el descarte de PET; no se usa agua de los lagos o riachuelos, tampoco es usado el hielo como fuente de agua. Las propias exigencias hacen que el consumo de combustible sea muy alto, es necesario calentar agua para muchas exigencias de los turistas, como por ejemplo hacer el aseo personal, etc. De esa forma la generación de residuos es mayor. Los indicadores para este tipo de expediciones promedio fueron:

$$IDPM = \left(\frac{3328 \text{ g}}{8} \right) // 100 = 4.16$$

$$IRDM = \frac{3416 \text{ g}}{500 \text{ g}} = 6.656$$

IDPM: Malo

IRDM: Pésimo

Los 500 g de residuos recogidos para calcular el IRDM son el promedio de los residuos que los guías de montaña colectaron, cargaron y dispusieron en los campamentos base en cada una de las expediciones y que fueron pesados por el autor.

5.3 Caracterización de los Residuos Sólidos en las Montañas de Canadá

Este estudio consideró realizar algunas expediciones en Canadá, para hacer la comparación de los procesos expedicionarios de ambos países en aspectos logísticos y de infraestructura para colecta de los desechos en las montañas, así como también obtener datos de generación de desechos promedio para su comparación.

Se realizaron 10 expediciones turísticas, con el carácter de *benchmarking* para el proceso peruano de turismo de montaña y proponer mejoras en la gestión de residuos en las montañas de Perú, en la comparación estadística y la generación de las directrices tiene incidencia comparativa. Los datos de producción de desechos per capita fueron de 525 g. La tabla 15 muestra la caracterización de los residuos en esta expedición:

Tabla 15: Caracterización de los residuos grupales, expediciones canadienses.

Tipo	Material	Capacidad
Embalaje	tetra pak	1 L
Embalaje	aartón	1 kg
Embalaje	tetra pak	150 g
Embalaje	aluminio	300 g
Embalaje	aluminio	150 g
Embalaje	aluminio	45 g
Embalaje	tetra pak	1 L
Embalaje	plástico	100 g
Botella	vidrio	600 ml
Botella	PET	10 L

Tabla 16: Peso de los residuos totales en expediciones turísticas en Canadá

Expediciones	N° personas	Generación Total (g)
Expedición 1	8	14000
Expedición 2	8	14100
Expedición 3	6	10200
Expedición 4	5	9100
Expedición 5	3	5300
Expedición 6	4	6500
Expedición 7	5	9050
Expedición 8	7	12200
Expedición 9	8	14200
Expedición 10	4	6800

El promedio de generación de residuos es 10145 g, el promedio de integrantes en estas expediciones es 5.8 personas, para fines prácticos fue usado 6. Entonces la producción de residuos per capita en estas expediciones es de 1690.33 g.

$$IDPM = \left(\frac{10145 \text{ g}}{6} \right) // 100 = 16.91$$

$$IRDM = \frac{10145 \text{ g}}{10145 \text{ g}} = 1$$

IDPM: Muy Malo.

IRDM: Optimo.

A pesar que el promedio de generación de desechos y los índices son mayores en Canadá, la disposición correcta de los desechos es satisfactoria en casi el 100%, debido principalmente a la infraestructura instalada y a las condiciones físicas diferentes a las que encontramos en el Perú:

- Primero: la altura de las montañas canadienses es considerablemente menor a las peruanas, esto hace que las expediciones tengan una menor exigencia, por consiguiente la logística de los desechos es más fácil de gestionar;

- Segundo: el objetivo generalmente es la práctica del sky, lo cual implica el ascenso y descenso por zonas señaladas, bien estructuradas, que tienen en todo su transcurso recipientes destinados para la disposición de los desechos;
- Tercero: la infraestructura instalada es suficiente y es parte de una política de gestión de residuos integral de las ciudades;
- Cuarto: los campamentos son construcciones bien estructuradas, con instalaciones sanitarias adecuadas y de buena capacidad.

Las figuras 14, 15, 16 y 17, muestran la proximidad de las montañas con las ciudades hecho que facilita mucho la logística inversa, también se puede ver el equipo especial de limpieza de la zona de trabajo de cada expedición, la infraestructura sanitaria instalada a lo largo de los caminos de aproximación y la forma de pesado de desechos en los campamentos base en Canadá.

Fig. 14: Banff City – Canadá.



Fig. 15: Personal de limpieza diaria de la montaña



Fig.16: Baño seco en las montañas de Canadá



Fig 17: Pesado de residuos en campo base



Fuente: Archivo personal, 2012.

Queda determinado con mucha claridad que la actividad más impactante en la cordillera del Huyhuash es el Turismo de Montaña, es entonces la actividad que fue estudiada, buscando la mejora de los sub- procesos críticos involucrados en la generación de desechos. El factor principal que hace que esta actividad sea la más impactante es la gran variabilidad del proceso, esos datos aislados que generan asimetría en las curvas normales.

5.4 Comparación Estadística de los Procesos Peruano y Canadiense

La comparación fue hecha en los términos de la actividad más contaminante, es decir el turismo de montaña, las otras dos actividades no representan problemas por sus características (expediciones de montañistas) y por su poca frecuencia (expediciones de estudio). Elegir la actividad mas contaminante garantiza el estudio y mejora de los mayores problemas y un posible análisis experimental n^2 factorial. A partir de este punto del estudio todos los cálculos estarán hechos para las actividades de turismo de montaña.

La comparación de dos procesos debe hacerse teniendo como requisito primordial la normalidad de los datos históricos de ambos procesos, para eso hemos realizado la prueba de normalidad de Anderson-Darling, para los datos iniciales de las expediciones en ambos escenarios. El cálculo de la producción de desechos per cápita por día, en las montañas de Perú y Canadá, fueron calculadas con el promedio de días de las expediciones, 6 días para el caso peruano y un rango variable de 9 a 24 días para el caso canadiense, (ANEXO 2). La tabla 17 muestra los datos iniciales levantados en ambas expediciones.

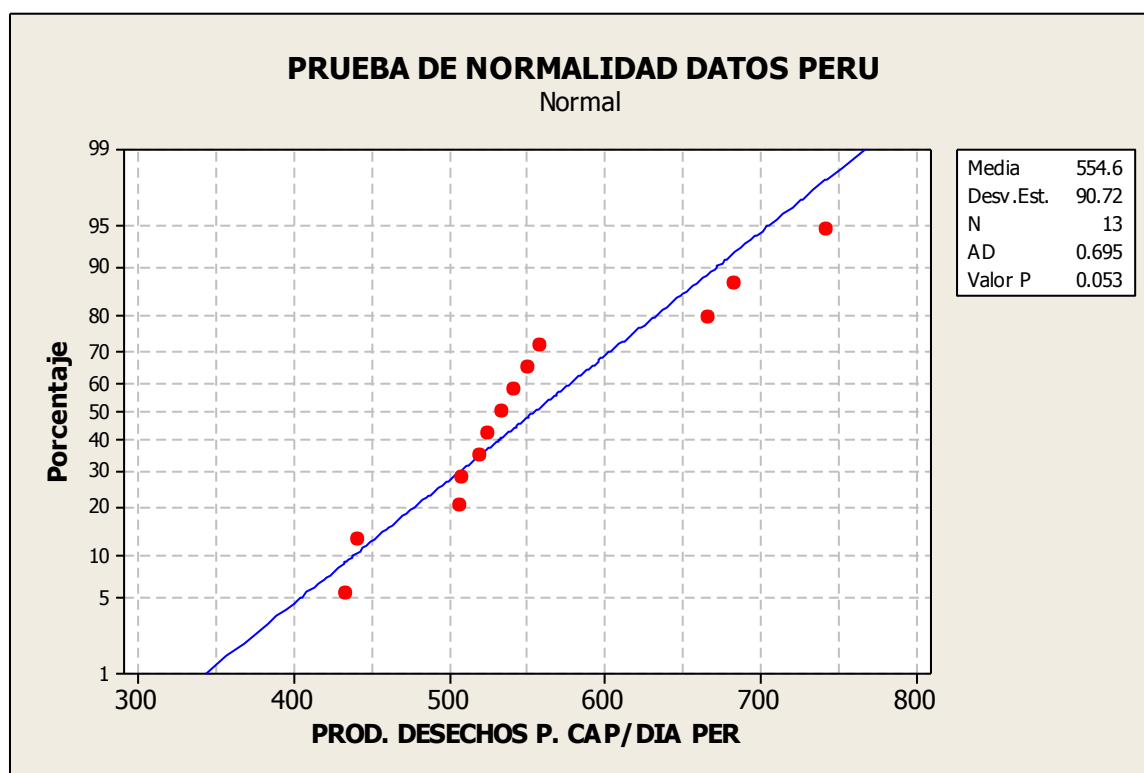
Tabla 17: Tamaño y cantidad de las muestras en las montañas de Perú y Canadá

Nº Expediciones	Prod. Desechos Percápita/día – Perú (g)	Nº Expediciones	Prod. Desechos Percapita/día – Canadá (g)
1	533	1	583
2	550	2	588
3	558	3	567
4	508	4	607
5	507	5	589
6	433	6	542
7	758	7	603
8	783	8	581
9	442	9	592
10	542	10	567
11	742	-	-
12	525	-	-
13	520	-	-

5.4.1 Prueba de Normalidad de los Datos Iniciales – Perú

Para determinar la normalidad de los datos, se debe tomar en cuenta que es muy posible que el proceso inicial esta fuera de control estadístico, aun así el nivel de significancia inicial considerado será de 0.05, con un nivel de confianza del 95 % para la media. La figura 18 muestra la prueba de normalidad para los primeros datos:

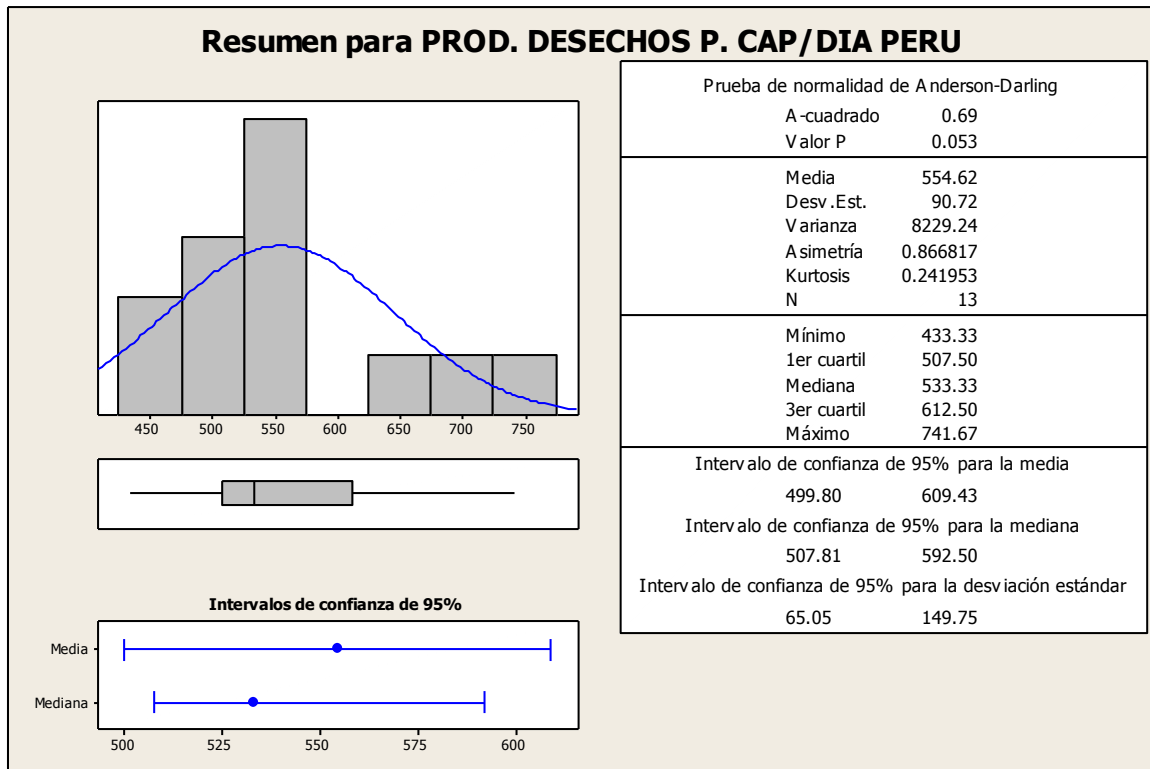
Figura 18: Gráfico de la Prueba de Normalidad, datos Perú.



El estadístico $P = 0.053 > 0.05$, nos indica que los datos son normales y que se puede hacer inferencia estadística a partir de estos. Los parámetros de los intervalos de confianza y de asimetría se pueden apreciar en la figura 19.

Este resumen nos muestra que a pesar de la normalidad de los datos, el histograma presenta una seria desviación hacia la derecha, lo cual indica la presencia de valores atípicos en la base de datos que deforman la curva normal. Presenta una desviación estándar $\sigma = 90.72$ bastante alta que sería la causa de la generación de estos valores atípicos que se debe corregir para poder tener el proceso dentro de las especificaciones necesarias para este estudio.

Figura 19: Resumen Gráfico para datos iniciales Perú.



5.4.2 Prueba de Normalidad de los Datos Iniciales - Canadá

La normalidad de estos datos iniciales fue calculada teniendo en cuenta que este proceso está bajo un mayor de control estadístico, el nivel de significancia inicial considerado será de 0.05, con un intervalo de confianza del 95 % para la media. La figura 20 muestra la prueba de normalidad para los primeros datos.

El estadístico $P = 0.481 > 0.05$, nos indica que los datos son normales y que se puede hacer inferencia estadística a partir de estos. También observamos que estos datos tienen una normalidad mayor que los datos de Perú, esto debido al mayor control de la generación de datos inicial del proceso. Los parámetros de los intervalos de confianza y de asimetría se pueden apreciar en la figura 21.

Figura 20: Gráfico de la Prueba de Normalidad, datos Canadá.

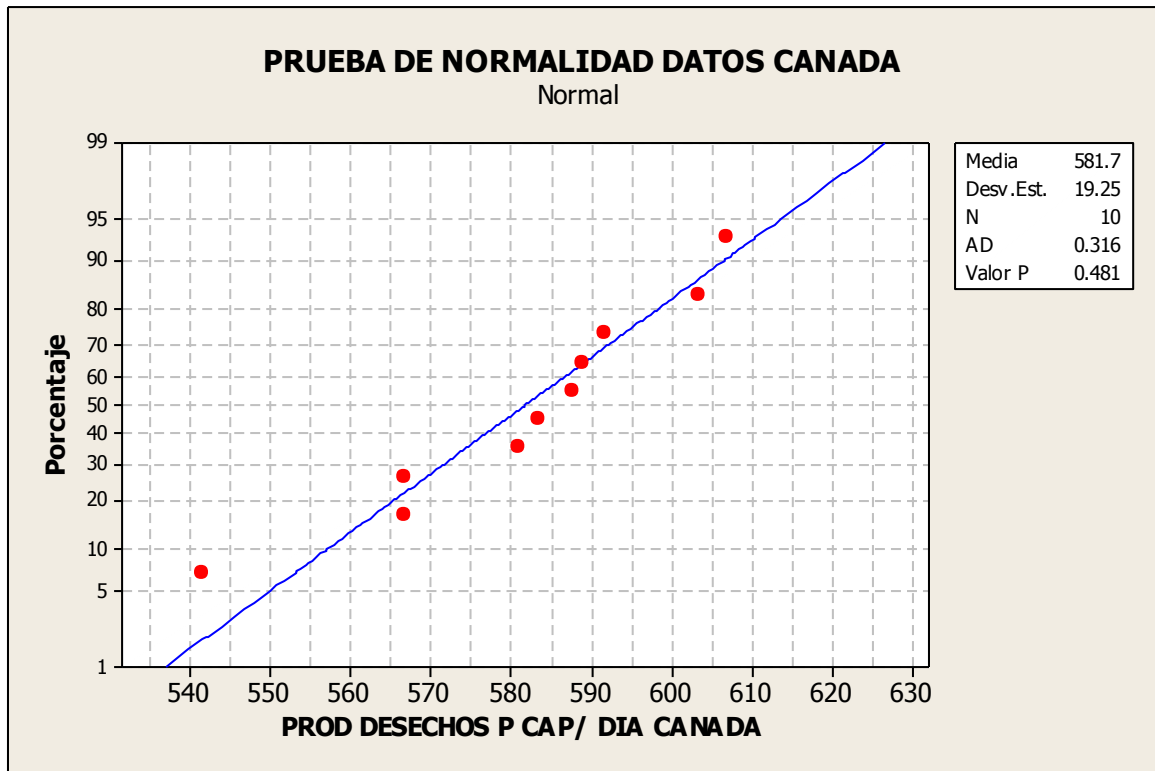
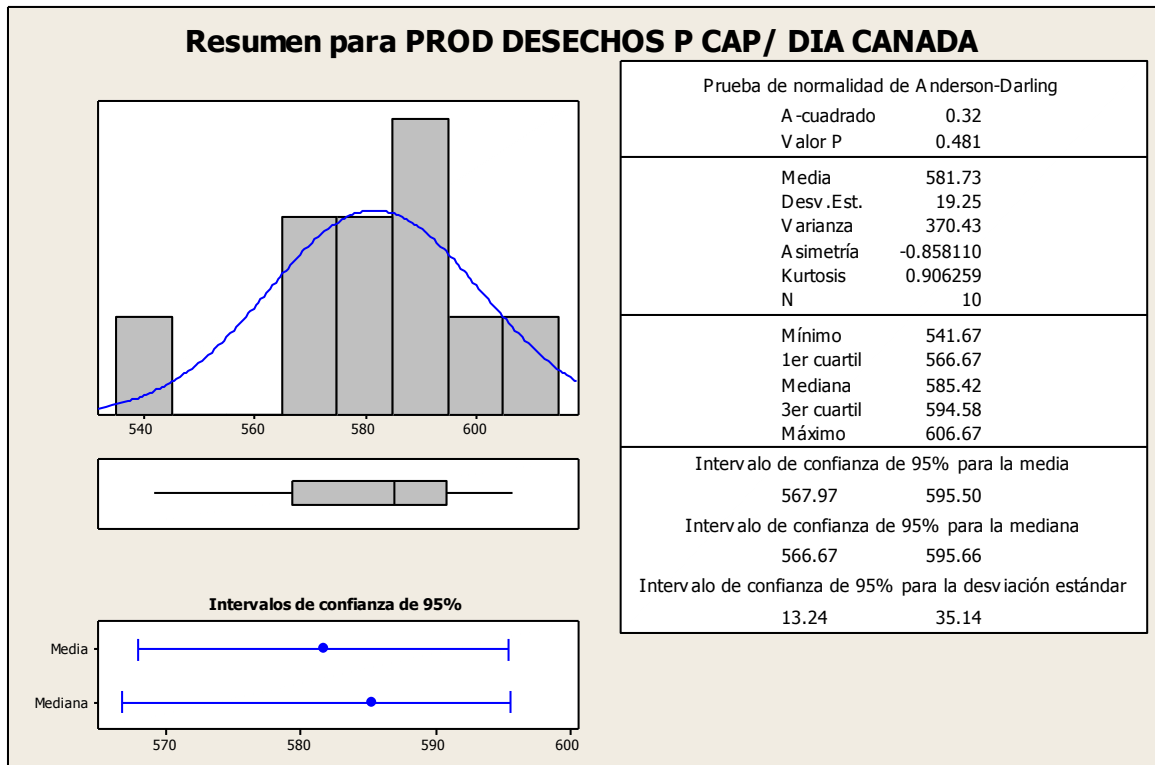


Figura 21: Resumen Gráfico para datos iniciales Canadá.



Este resumen muestra que los datos tienen mayor asimetría, a pesar de que la media del proceso es muy parecida a la media del proceso peruano, la desviación estándar es considerablemente menor, $\sigma = 19,25$, lo que indica una dispersión menor que es la principal característica de un proceso en control.

5.4.3 Inferencia de Datos Aleatorios

A partir de estos datos fue inferida una muestra de tamaño mayor para hacer la comparación estadística de los procesos, basando esta operación en el teorema de límite central y en la propiedad de imparcialidad de la media. El cálculo de datos aleatorios, con una media histórica y una desviación estándar conocida se puede hacer en cualquier software, para este estudio ha sido utilizado el software Minitab 16. La tabla 18, muestra los datos inferidos con los parámetros propios de las muestras extraídas en Perú, la tabla 19 muestra los datos inferidos con los parámetros propios de las muestras extraídas en Canadá

Tabla 18: Datos Inferidos a partir de las muestras de las montañas peruanas

Datos Aleatorios – Perú (g)			
559.4	515.6	567.4	626.5
534.1	607.9	451.3	494.3
499.3	679.7	678.0	485.1
483.1	479.1	591.5	377.1
595.6	423.8	480.2	527.5
531.7	431.1	788.9	504.6
724.0	573.9	623.2	657.5
748.7	582.8	561.8	518.8
530.1	478.9	603.2	429.3
543.0	545.3	464.8	721.7
531.6	492.2	647.5	533.9
556.8	557.8	568.4	558.9
649.4	681.7	588.4	528.6
663.9	463.6	606.0	627.2
588.3	711.7	589.1	669.2
598.4	625.2	630.0	702.4
552.4	581.8	572.2	489.7
447.8	583.2	593.8	612.7
622.7	517.8	620.8	603.1
469.0	661.9	702.6	558.7
567.5	519.8	451.5	475.9
663.9	717.4	514.8	507.2
380.4	655.0	611.0	606.1
577.2	509.4	534.4	447.7
629.4	628.3	606.3	520.2

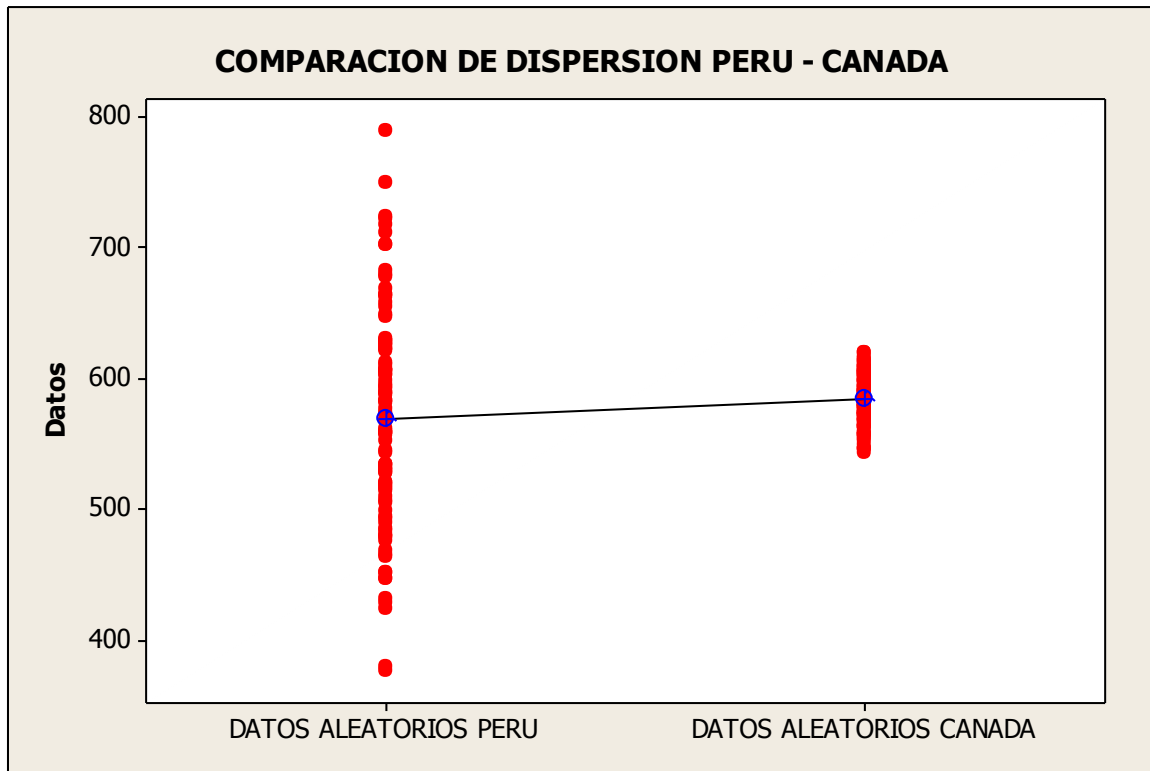
Tabla 19: Datos Inferidos a partir de las muestras de las montañas canadienses

Datos Aleatorios – Canadá (g)			
593.7	548.8	595.5	564.9
610.8	579.6	588.7	572.4
586.8	563.0	578.5	573.4
602.5	606.6	607.2	583.5
554.5	584.9	565.2	546.1
571.6	576.7	619.0	546.5
596.7	568.7	558.2	587.0
546.8	619.8	613.8	603.6
584.0	598.1	612.9	568.2
588.9	577.1	543.2	602.4
562.5	587.3	579.9	597.9
591.0	575.3	580.4	604.3
573.0	609.0	598.5	572.5
593.1	557.8	585.8	587.4
617.0	615.4	605.5	612.4
578.5	573.2	563.1	590.9
567.6	556.5	570.1	600.8
560.9	584.2	584.5	590.0
590.9	586.0	593.3	583.2
555.4	592.1	584.4	608.5
602.0	558.3	578.3	604.8
600.2	583.7	586.3	605.7
551.7	556.9	567.5	608.8
573.4	605.8	591.0	604.1
597.7	569.4	579.7	573.3

5.4.4 Cálculo de la Amplitud y Variabilidad de los Procesos.

La amplitud de los datos dentro de la curva normal, va determinar la variabilidad y la estabilidad estadística del proceso, en este estudio se muestra un análisis gráfico que permita ilustrar y comparar los datos de ambos procesos, para esto usamos el gráfico de efectos individuales (figura 22).

Figura 22: Gráfico de Efectos Individuales para ambos procesos Perú - Canadá.



Este gráfico demuestra la centralidad de ambos procesos, demuestra que son procesos estructuralmente similares, pero que tienen claras diferencias estadísticas, medias muy parecidas pero desviaciones estándar muy diferentes. En el caso peruano, tenemos muchos datos atípicos que deforman la curva produciendo una variabilidad muy grande y probablemente provocando que muchos de los datos estén fuera de las especificaciones requeridas. Estas variaciones en los datos, se deben a las diferentes necesidades de cada individuo, y que alteran las tasas de generación de residuos. Estas necesidades son influenciadas por factores diversos, entre los cuales destaca: cultura, preparación física, condición económica, tiempo da expedición

5.4.5 Comparación Estadística de los Procesos

La comparación de procesos se usa para determinar gráfica y numéricamente la no igualdad estadística de dos o más procesos, sirve además para identificar los primeros indicios de variabilidad de los datos en el tiempo, observar su recurrencia y para a partir de ese análisis plantear un plan de mejora. En este trabajo fue usada la prueba T de Student que sirve para

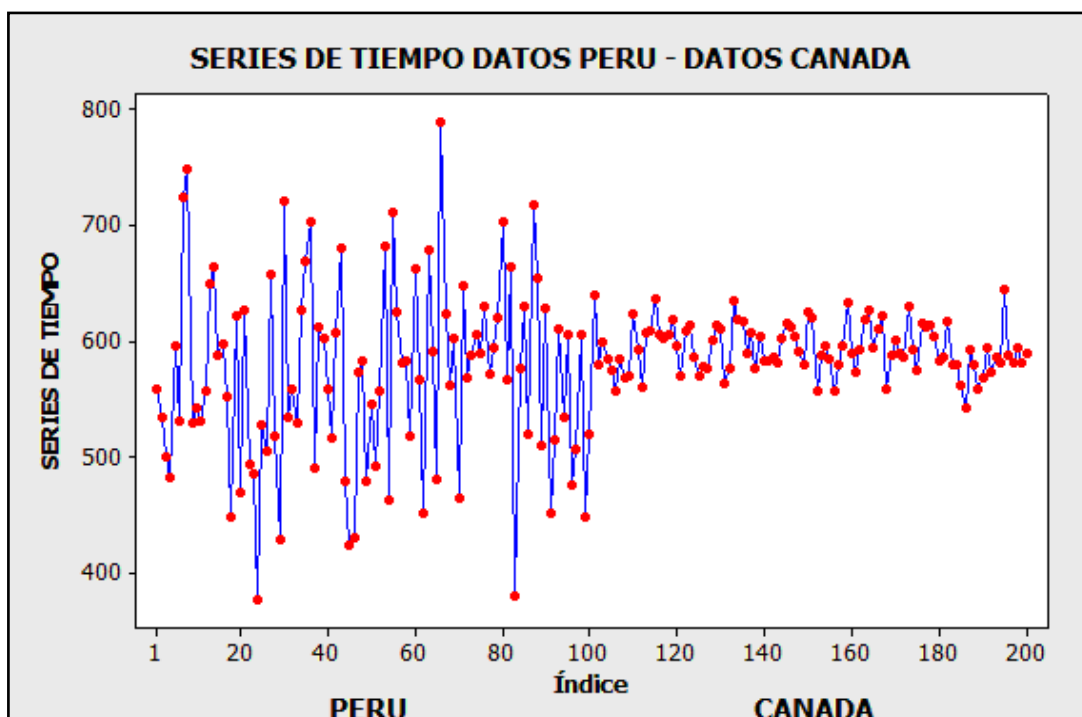
comparar dos muestras y determinar si pertenecen a dos procesos iguales. La tabla 20 muestra el resultado de esta prueba:

Tabla 20: Prueba T e IC de dos muestras para Datos Perú vs. Datos Canadá

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
DATOS ALEATORIOS PERU	100	569	83.1	8.3
DATOS ALEATORIOS CANADA	100	593.7	21.2	2.1
Diferencia = μ (DATOS ALEATORIOS PERU) - μ (DATOS ALEATORIOS CANADA)				
Estimado de la diferencia: -24.66				
IC de 95% para la diferencia: (-41.58, -7.74)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -2.87 Valor P = 0.004 GL = 198				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 60.6739				

El valor de $P = 0.0004 < 0.05$, indica que estos procesos son estadísticamente diferentes. Un gráfico de series de tiempo de los procesos unidos no muestra la diferencia de la variabilidad de los datos en los procesos. A continuación la figura 23, muestra la serie de tiempo para ambos procesos.

Figura 23: Gráfico de series de tiempo para Datos Perú - Canadá.

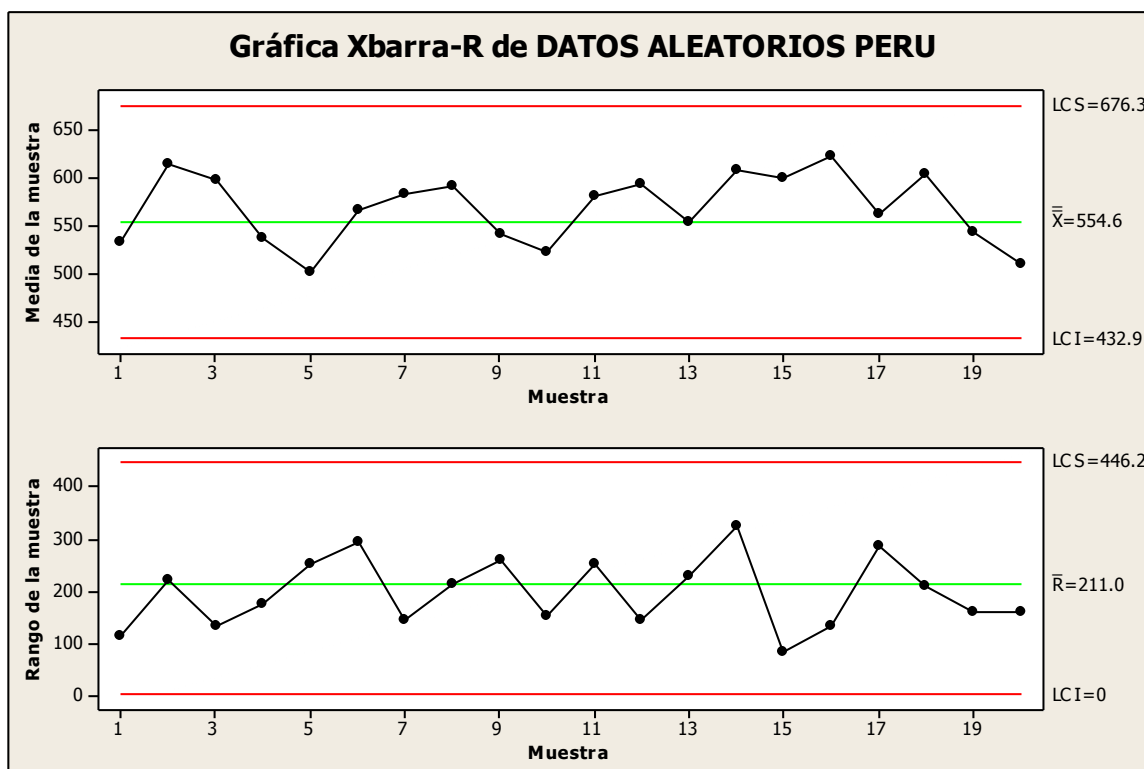


Este gráfico muestra la diferencia de amplitud en los datos de los dos procesos, los primeros 100 datos corresponden al proceso peruano, los datos del 101 al 200 corresponden al proceso canadiense. También muestra como debería ser la probable variabilidad en el caso de que fuese tomado el proceso canadiense como benchmarking.

5.4.6 Comparación del Análisis de Capacidad de los Procesos.

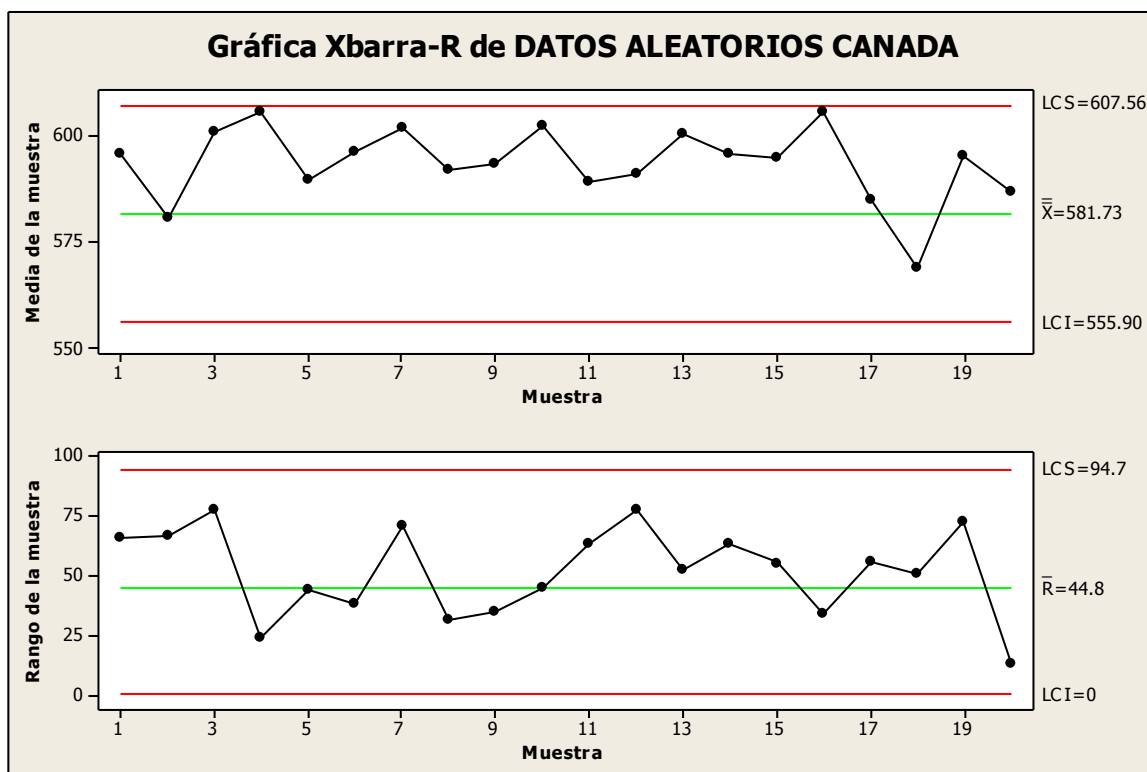
El análisis de Capacidad se usa para evaluar la capacidad de desplazamiento de un proceso en control de producir bienes o servicios dentro de las especificaciones impuestas por el mercado o por alguna institución gubernamental, y en el caso de este estudio, ambiental. Los requisitos básicos para poder hacer este importante análisis son: la normalidad de los datos y que el proceso este bajo control estadístico. La normalidad de los datos ya ha sido comprobada, entonces, es necesario hacer un gráfico X que comprobará si el centro del proceso está en control, y un gráfico R que comprobará si la variabilidad del proceso esta en control. La figura 24 muestra estos gráficos para el proceso peruano.

Figura 24: Gráfico X-R para Datos Perú.



El gráfico por subgrupos con tamaño 5, muestra la corrida temporal en relación a los límites naturales del proceso para la media y para el rango, puede-se apreciar algunos puntos cerca de los límites para la media, clara muestra de la rotura de la centralidad del proceso. Todos los puntos cercanos a los límites del proceso son atribuidos a variaciones atípicas. La figura 25 muestra estos gráficos para el proceso canadiense.

Figura 25: Gráfico X-R para Datos Canadá.

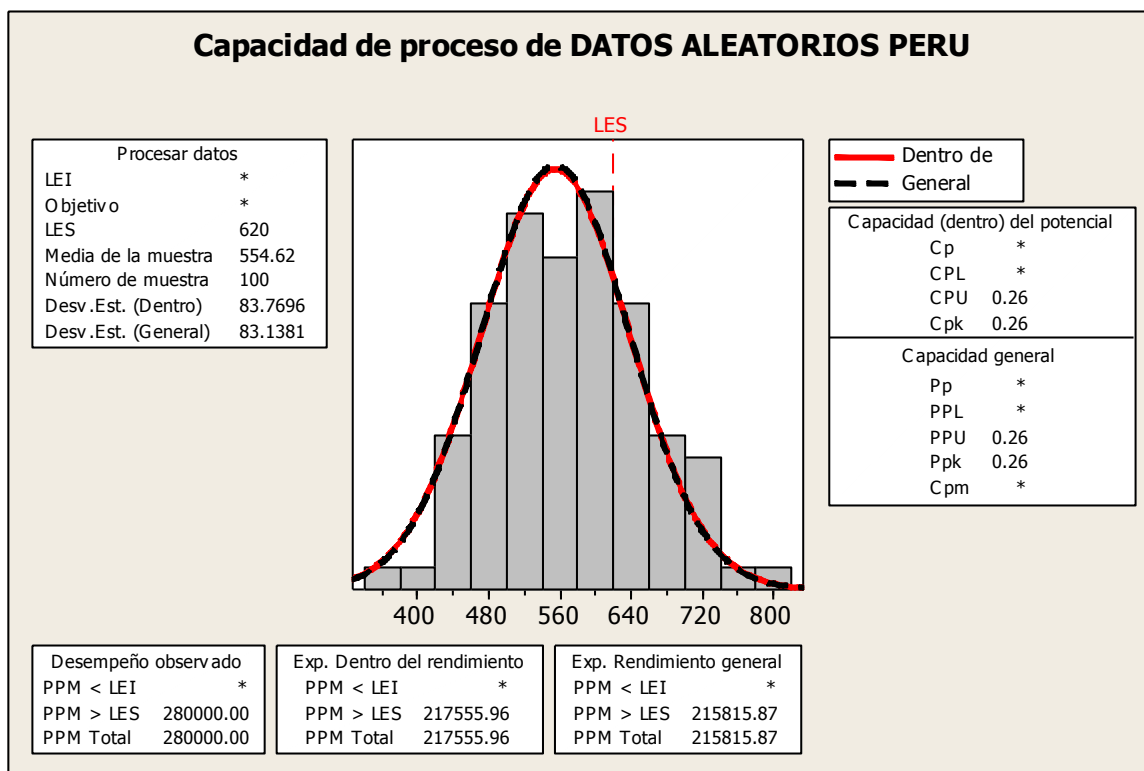


Ambos procesos, el peruano y el canadiense se encuentran fuera del control estadístico ideal, la diferencia en los números de los indicadores esta basada en la infraestructura instalada en las montañas de Canadá y en aspectos físicos como la altura que juegan a favor de la gestión de residuos. Estos hechos indican que existen muchas oportunidades de mejorar las actividades logísticas para mejorar el proceso central peruano.

La verificación de la capacidad de los procesos, fue calculada usando el mismo Limite de Especificación Superior para ambos procesos, $LES = 620$ gramos (escogido aleatoriamente), como máximo valor de desechos producidos, per capita por día. Usar los mismos límites de especificación en dos procesos diferentes permite comparar las cantidades de productos que no

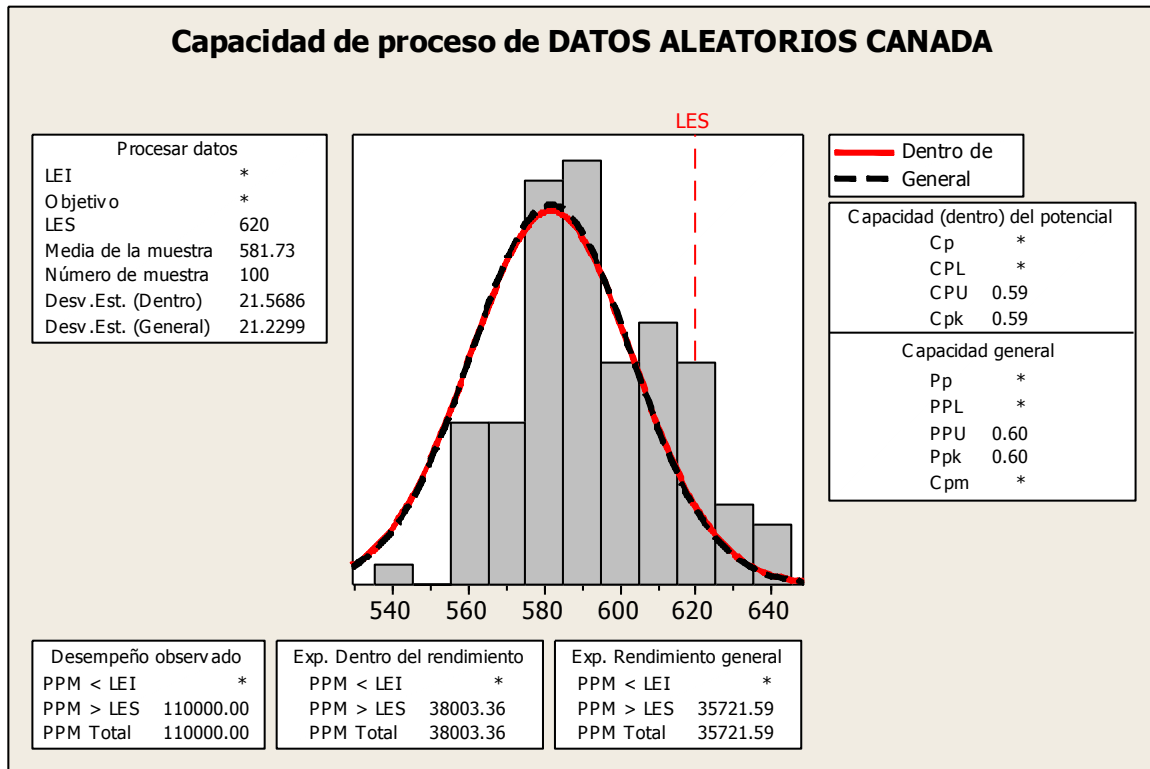
serán aceptados y determinar cuanto se debe mejorar de cara a tener una capacidad aceptable. Las figuras 26 y 27 muestran los gráficos de capacidad para ambos procesos.

Figura 26: Capacidad del Proceso – Perú.



El proceso de generación de residuos en las expediciones turísticas en el Perú esta muy lejos de tener la capacidad deseada, el índice Cpk relaciona la dispersión del proceso con la media del proceso cuando el proceso no está centrado, de esta manera muestra como el proceso esta funcionando realmente. El proceso peruano tiene un $Cpk = 0.26$ muy lejano a 1.33 que sería el ideal, también tiene desempeño observado de $PPM > LES = 280000$, quiere decir que este proceso tendrá 280000/millón mediciones mayores que el límite de especificación superior.

Figura 27: Capacidad del Proceso – Canadá.



El proceso de generación de residuos en expediciones turísticas canadienses también está lejos de tener la capacidad deseada, tiene un $Cpk = 0.59$ lejano a 1.33 que sería el ideal; tiene un mejor desempeño observado de $PPM > LES = 110000$, quiere decir que el proceso tendrá 110000/millón mediciones mayores que el límite de especificación superior. Este proceso suple sus carencias de capacidad de producción de desechos con una excelente infraestructura instalada para colecta de desechos.

5.5 Análisis del Proceso de Generación de Desechos en el Turismo de Montaña

5.5.1 Análisis de las Variables Dependientes e Independientes del Proceso

El análisis de las variables es el primer paso de la definición de las causas primarias del problema, este análisis facilita la mejora de los procesos y la planificación de la calidad, los

efectos son considerados las variables dependientes (Y) y todas las causas citadas son consideradas las variables independientes (X). En un análisis previo se ha identificado dos problemas principales:

- La enorme informalidad existente en el proceso de turismo de montaña;
- La mínima participación del Estado en los parques de montaña.

Estos problemas y todos sus factores generan una gran variable dependiente (Y) que es la siguiente:

- La elevada generación de desechos en ambientes no implementados adecuadamente para su recolección.

La variable dependiente de este análisis por su naturaleza, tendrá muchas causas posibles que se conjugan entre si en los ambientes social, medio ambiental y gubernamental, produciendo una matriz de análisis de espectro grande.

Para resolver problemas que parecen tener muchas causas interrelacionadas puede usarse los Diagramas de Causa Efecto, también llamados diagramas de espina de pescado.

Es necesario señalar que generalmente los diagramas de causa efecto son anteceditos por otras herramientas de identificación de problemas y posibles causas, en este estudio fue usado el Brainstorming y el Método de Flujo de Proceso.

La figura 28 presenta el análisis de variables por un Diagrama de Causa – Efecto para este estudio.

Figura 28: Diagrama de Causa – Efecto del proceso de generación de desechos en el turismo de montaña



De todos estos aspectos encontrados solo se puede intervenir directamente en 3 de ellos:

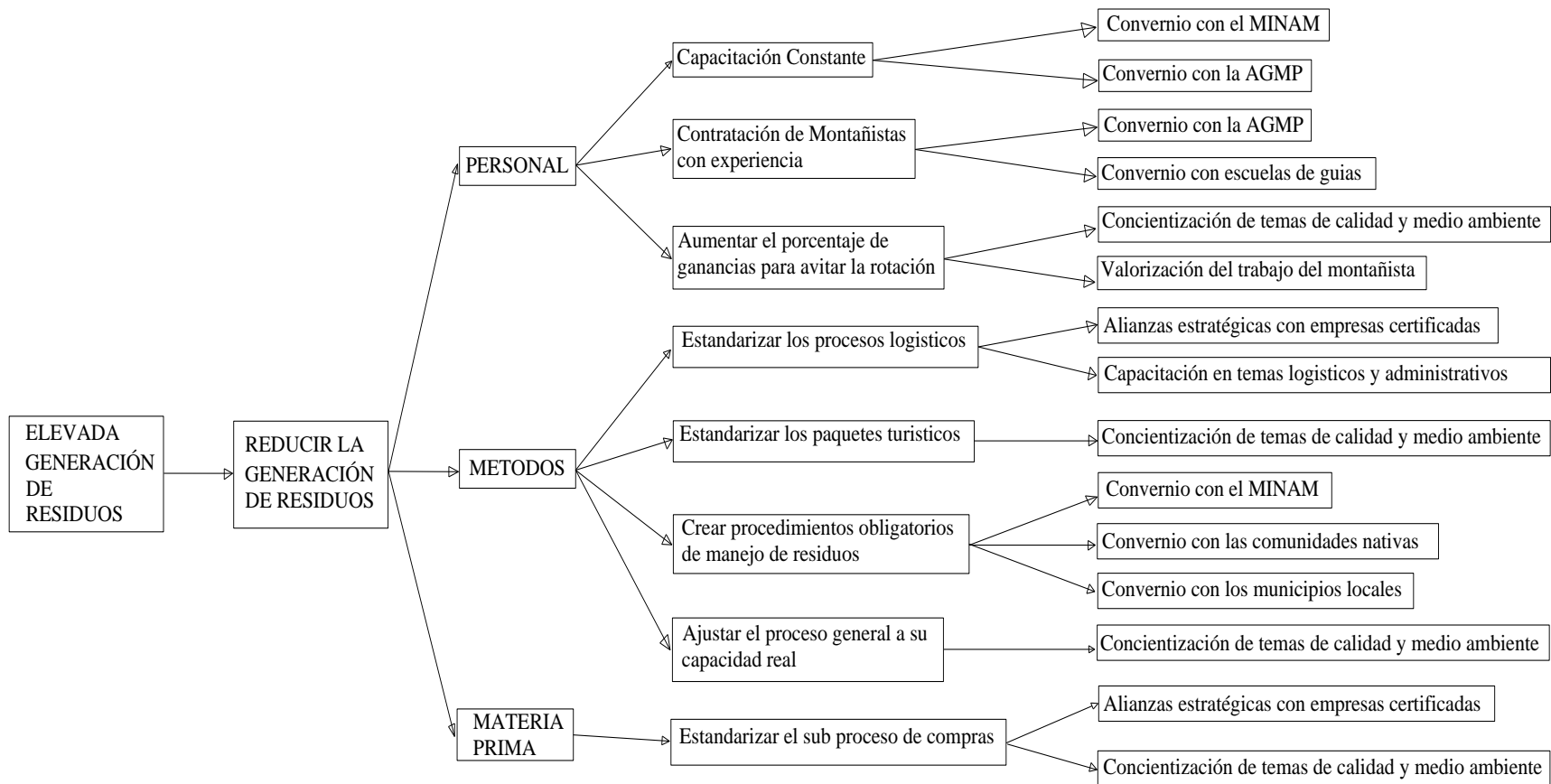
1. Personal;
2. Métodos;
3. Materia Prima.

La alta rotación del factor PERSONAL del diagrama, se refiere a la rotación de guías por las empresas turísticas en busca de mejoras salariales, lo cual no permite una mantención del conocimiento impartido

Los factores Supervisión e Infraestructura dependen de la intervención de estado, el proceso de mejora objeto de esta pesquisa no tiene ese alcance. Es claro también que en el factor Ambiente no se puede intervenir.

A continuación se realizó un análisis de las posibles soluciones relacionadas con cada factor en los que se puede intervenir. La figura 29 presenta el Diagrama del Árbol que muestra las principales alternativas para mejorar cada factor intervenido.

Figura 29: Diagrama del Árbol para las principales alternativas de mejora de cada factor



5.6 Reducción de la Generación de Residuos en el Turismo de Montaña

Para alcanzar los objetivos deseados de una manera eficaz y eficiente, hay que gestionar los procesos de la organización dentro de un sistema de gestión de la calidad integral. Esta parte de este estudio fue basada en el método DMAIC – Definir – Medir – Analisar – Mejorar – Controlar. Este método de la ingeniería de la calidad usada para mejorar procesos, esta basado en la reducción de la variabilidad que origina resultados negativos o defectos.

La mejora del proceso en cuestión estará soportada en tres planes de mejora de la calidad:

- Plan de Calidad: Documento interno que especifica los nuevos procesos del sistema de gestión de la calidad incluyendo los procesos de realización de los nuevos productos;
- Plan de Control: Documento que incluye las características o variables clave a controlas en cada operación del proceso, sus especificaciones, los controles (método, frecuencia, equipo, responsable, etc) para asegurar que los procesos y productos se realizan bajo condiciones controladas, a fin de obtener la conformidad de los requisitos;
- Plan de Aseguramiento de la Calidad: Documento que especifica las actividades de la gestión de la calidad orientadas a proporcionar confianza de que se cumplirán los requisitos de la calidad.

Los planes de calidad y de control desarrollados son mostrados en la figura 30 y el pan de aseguramiento de la calidad está mostrado en la figura 31.

Para que estos planes puedan implementarse, mantenerse y mejorarse continuamente resultan necesarios primero implementar los aspectos de capacitación y sensibilización dentro de las empresas de turismo de montaña, este trabajo que está relacionado con la educación ambiental, también tiene que ser continuo, necesita de la participación de toda la comunidad montañera, del estado y de los turistas. La capacitación busca conseguir la competencia técnica que se necesita para ser un experto, y la sensibilización busca conseguir un cambio de actitud y aptitud, fundamental para implementar sistemas de mejora de procesos. La Figura 32 ilustra estos conceptos.

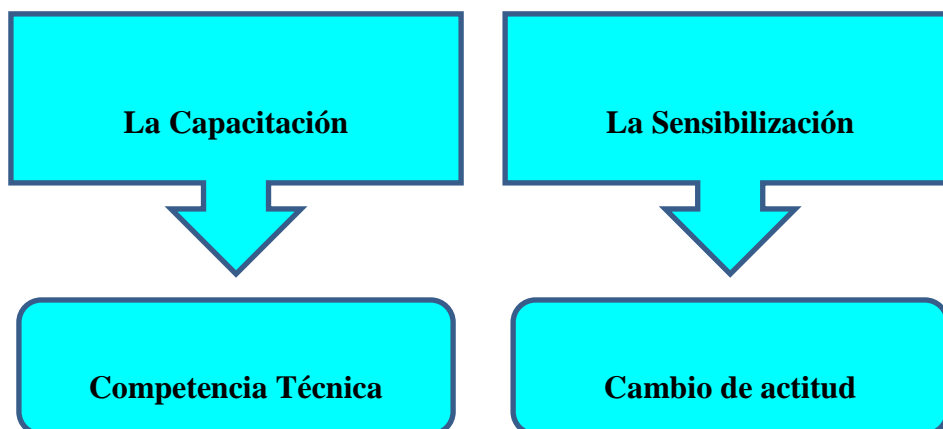
	PLAN DE CALIDAD Y CONTROL DE DESECHOS GENERADOS					APROBADO	CÓDIGO			
						()	ISO 9001 CLAUSULA	7,1		
	SERVICIO DE TURISMO DE MONTAÑA						VERSIÓN			
							FECHA DE APROBACIÓN			
ETAPA	CONTROL DE PROCESO					METROLOGIA				
DIAGRAMA DE BLOQUES	DOCUMENTO ASOCIADO	CARACTERISTICA CLAVE/ VERIFICACIÓN y CONTROL		FRECUENCIA	REGISTRO	RESPONSABLE	DOCUMENTO	RESPONSABLE	TIPO CONTROL	REGISTRO
INICIO										
SUMINISTRO	INVENTARIO DE ENTRADA DE SUMINISTROS	TIPO CANTIDAD MATERIAL		CADA EXPEDICION	SI	EMPRESA	FORMATO DE INVENTARIO	EMPRESA	COMPARACION CON NIVELES MINIMOS Y MAXIMOS DE INVENTARIO	SI
TRANSPORTE	INVENTARIO DE SALIDA SUMINISTROS	TIPO CANTIDAD MATERIAL		CADA EXPEDICION	SI	EMPRESA	FORMATO DE INVENTARIO	EMPRESA	ADECUACION A NIVELES OPTIMOS DE CONSUMO PER CAPITA	SI
USO Y DESCARTE	DOCUMENTO DE PESADO Y SEGREGACION	TIPO PESO MATERIAL		CADA EXPEDICION	SI	GUIA DE MONTAÑA	FORMATO DE DESCARTE PRIMARIO	EMPRESA	CONTRASTE CON EL INVENTARIO DE SALIDA DE SUMINISTROS	SI
RETORNO AL CAMPO BASE	INVENTARIO DE ENTRADA DE DESECHOS	TIPO PESO MATERIAL		CADA EXPEDICION	SI	GUIA DE MONTAÑA	FORMATO DE INVENTARIO	EMPRESA	CONTRASTE CON EL FORMATO DE DESCARTE PRIMARIO	SI
	INVENTARIO DE RETORNO DE SUMINISTROS	TIPO CANTIDAD MATERIAL		CADA EXPEDICION	SI	GUIA DE MONTAÑA	FORMATO DE INVENTARIO	EMPRESA	---	SI
DESCARTE FINAL	DOCUMENTO DE DESCARTE DE DESECHOS POR TIPO Y PESO	TIPO PESO MATERIAL		CADA EXPEDICION	SI	GUIA DE MONTAÑA	FORMATO DE DESCARTE FINAL	EMPRESA	CONTRASTE CON EL FORMATO DE ENTRADA DE DESECHOS	SI
FIN										
L										

Figura 30: Plan de cualidad y control de desechos generados en servicios de montaña.

PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA GESTION DE RESIDUOS - SERVICIO DE TURISMO DE MONTAÑA									
N° Programa	Descripción	Tema	Quien	Duración	Fecha	Lugar	Hora	Responsable	Registro
1	Capacitación y entrenamiento de guías, portadores, recepcionistas y personal de apoyo logístico.	Establecimiento y puesta en marcha del manual de manejo de residuos sólidos en expediciones de montaña	AGMP - Universidades	10 horas	Febrero (antes del comienzo de temporada)	Instalaciones de la empresa	8.00 am a 10.00 am	Empresa / Estado	SI
2	Capacitación y entrenamiento de guías, portadores, recepcionistas y personal de apoyo logístico.	Establecimiento de los procedimientos y puesta en marcha del Plan de Calidad	Universidades	10 horas	Febrero (antes del comienzo de temporada)	Instalaciones de la empresa	6.00 pm a 8.00 pm	Empresa / Estado	SI
3	Capacitación de los turistas de cada expedición	Cuidado del medio ambiente, responsabilidad por la generación de desechos	Guías de la empresa	1 hora	Un día antes de la expedición	Instalaciones de la empresa	Hora pactada con el turista	Guía / Empresa	SI
4	Revisión y llegada de los formatos del Plan de Calidad	Aseguramiento del manejo de los residuos sólidos	Guías de la empresa	-	En cada expedición	Instalaciones de la empresa - campo base	-	Guía	SI
5	Revisión de los datos mensuales	Comparación y establecimiento de la tendencia de producción y recojo de residuos	Guías de la empresa	-	Al fin de cada mes	Instalaciones de la empresa	-	Guía / Empresa	SI
6	Revisión de los datos anuales	Comparación de los índices con las metas establecidas	Propietarios y Guías	-	Al fin de cada año	Instalaciones de la empresa	-	Empresa	SI

Figura 31: Plan de aseguramiento de la calidad de gestión de residuos para servicios de turismo de montaña.

Figura 32: Efectos de la capacitación y la sensibilización



La educación en general suele demorar mucho tiempo, este trabajo tiene que ser realizado además con intervención del estado, los municipios y las comunidades afectadas, para efectos de este estudio y por razones de tiempo no se puede esperar todo el tiempo que tomé este cambio de mentalidad que busca la educación ambiental.

Fueron realizadas las últimas expediciones tomando en consideración los planes de mejora de la calidad referidos en los anexos, debido a que son planes operativos que nos darán datos precisos de los cambios que puedan surgir a partir del seguimiento de las exigencias estipuladas en estos.

5.6.1 Análisis de los Datos del Proceso Nuevo

Usando los planes de mejora de la calidad propuestos en el estudio, se han realizado 7 nuevas expediciones de turismo de montaña, habiendo colectado los siguientes datos. La tabla 21 muestra los datos obtenidos:

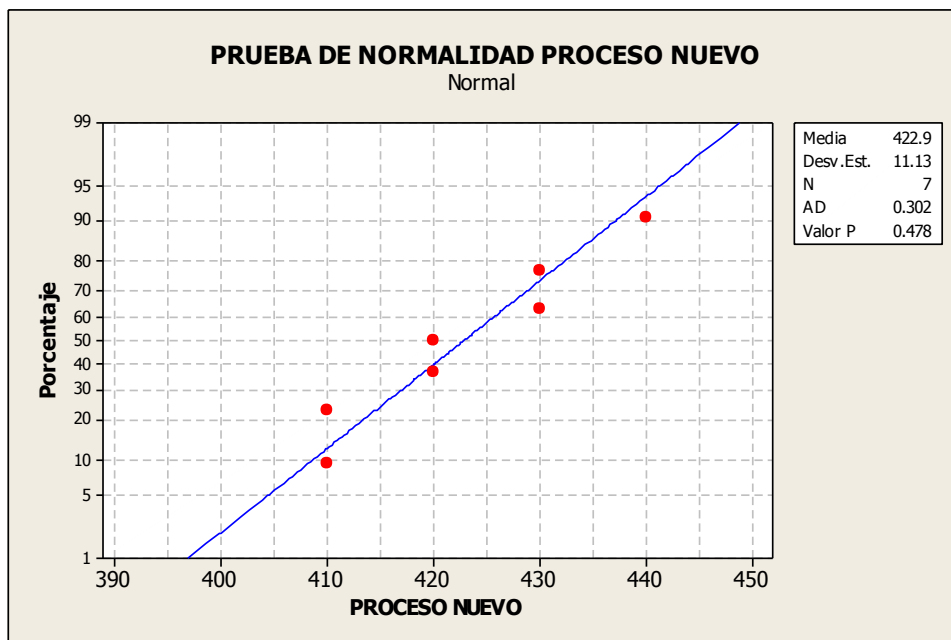
Tabla 21. Tamaño de muestra y cantidad de desechos del nuevo proceso

N° expediciones	Producción de desechos
	percapita por dia/proceso nuevo (g)
1	420
2	410
3	420
4	430
5	410
6	440
7	430

5.6.1.1 Prueba de Normalidad de los Datos del Proceso Nuevo - Perú

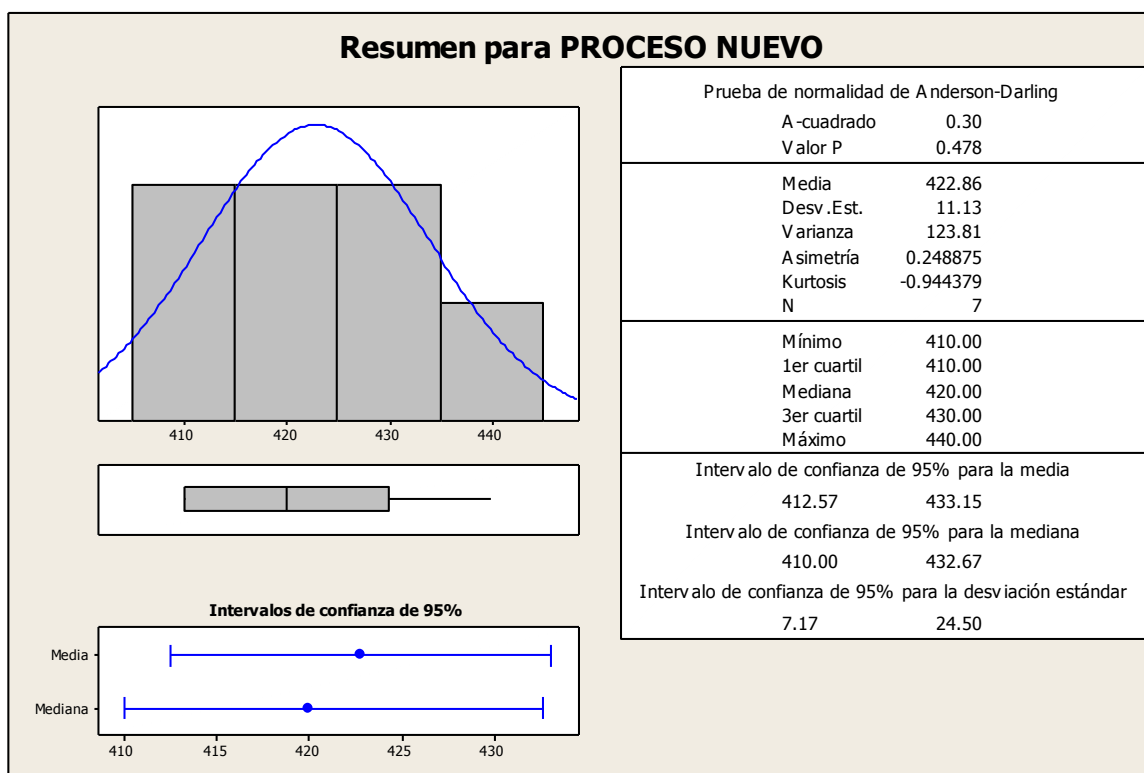
Se espera de antemano tener datos sean normales, puesto que el proceso en teoría ha sido mejorado para reducir la variabilidad. La figura 33 muestra la prueba de Anderson Darling para los datos del nuevo proceso.

Figura 33: Prueba de Normalidad para los datos del Proceso Nuevo.



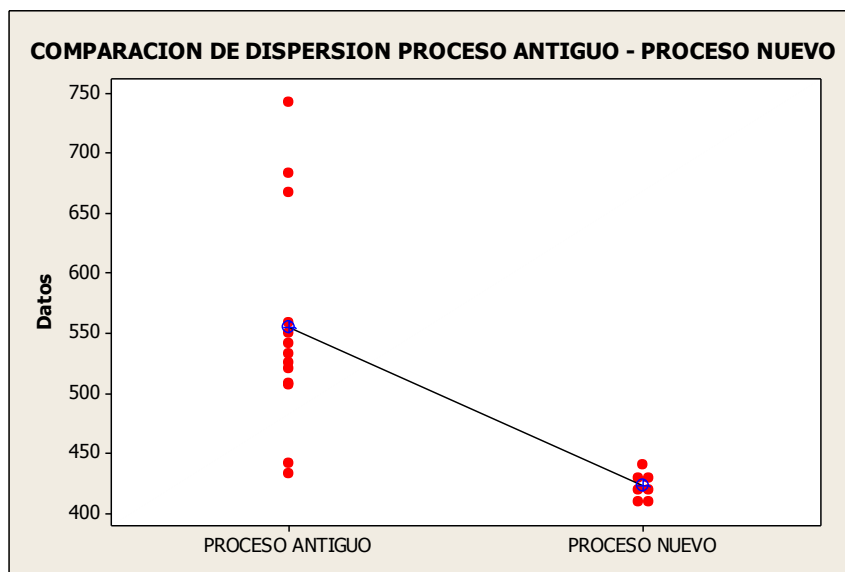
El estadístico $P = 0.478 > 0.05$, indica que son datos normales, para un nivel de confianza de 95 %. Los parámetros de los intervalos de confianza y de asimetría se pueden apreciar en la figura 34.

Figura 34: Resumen Gráfico para datos del Proceso Nuevo



Respecto de los datos iniciales del proceso peruano de generación de desechos, el proceso aparentemente ha mejorado, la media ha disminuido, existe una asimetría mayor y una desviación estándar = 11.13, considerablemente menor que la desviación estándar del anterior proceso, esto indica que la variabilidad se ha reducido, también la media y la mediana están muy cercanas. La variabilidad y la amplitud de los datos se pueden apreciar en la figura 35.

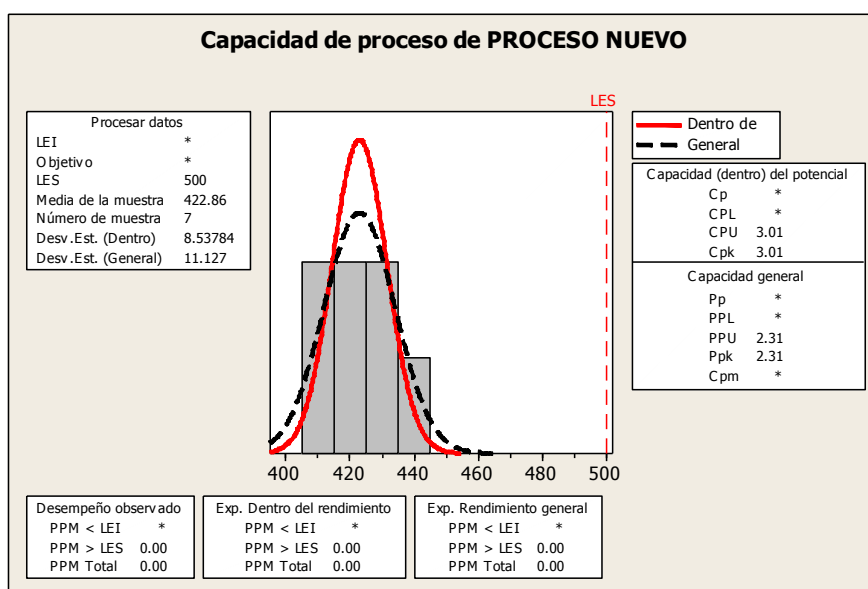
Figura 35: Comparación de Amplitud de valores individuales para datos del Proceso Antiguo vs Nuevo.



La amplitud de los datos individuales para los dos procesos es evidentemente diferente, debido a buen seguro a una reducción de la variabilidad.

El nuevo análisis de capacidad tiene en cuenta un nuevo límite de especificación superior = 500 g, debido a las nuevas exigencias del proceso y a la baja variabilidad teórica. La figura 36 ilustra el análisis de capacidad para el proceso nuevo.

Figura 36: Gráfico de la Capacidad del Proceso Nuevo.



El proceso nuevo aparentemente tiene la capacidad deseada, muestra un $Cpk = 3.01 > 1.33$ que es el ideal, tiene un óptimo desempeño observado de $PPM > LES = 0,0000$, quiere decir que el proceso no tendrá mediciones fuera de el límite de especificación superior. Este piloto ha sido diseñado y puesto en marcha en 7 expediciones, siguiendo las sugerencias propuestas en los planes de calidad. Es obvio suponer que muchas expediciones no están en la capacidad, ni tiene la disposición de cumplir con estas recomendaciones, para eso hace falta el trabajo de educación y capacitación, sin embargo este piloto demuestra que es posible trabajar con estándares de calidad altos y cumplir con los requerimientos del sistema.

5.6.1.2 Comparación Estadística del Proceso Antiguo con el Proceso Nuevo

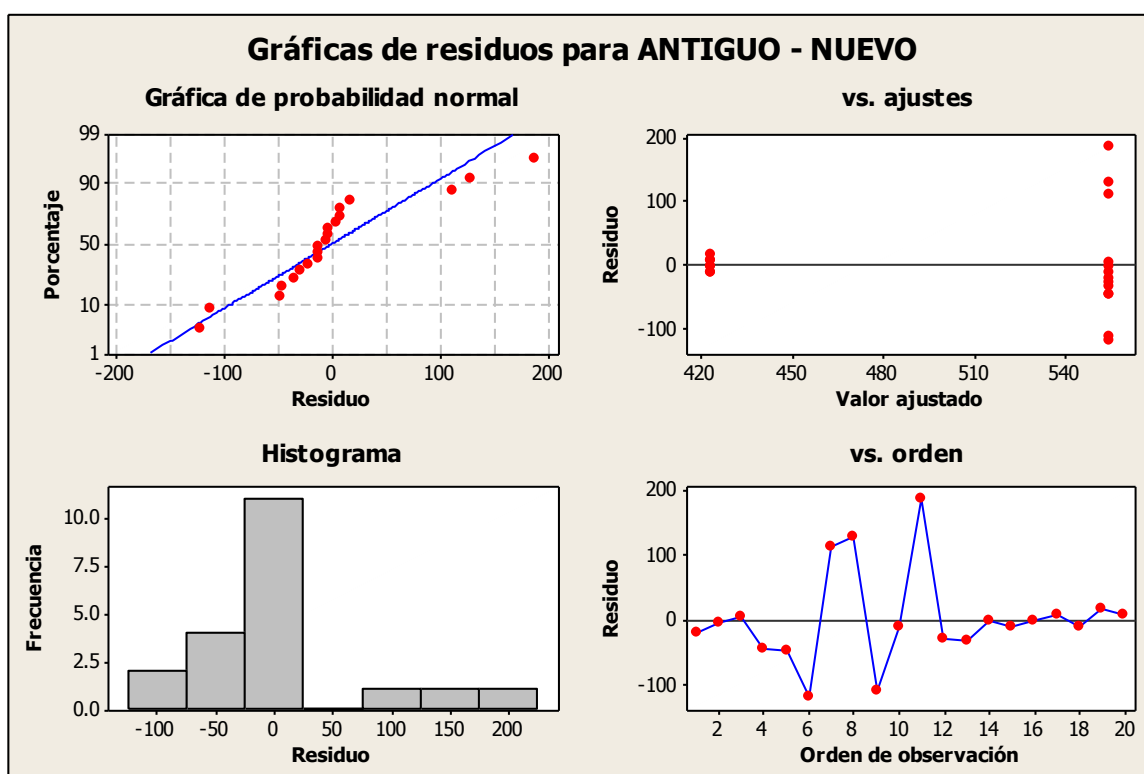
La comparación estadística del proceso antiguo y el nuevo proceso, se hace para determinar si existe evidencia estadística de algún cambio significativo en el nuevo proceso respecto del anterior. Esta prueba certifica si los planes de calidad puestos en marcha han dado resultados positivos, de no ser así, se debe reformular los planes. Debido a la naturaleza de los datos, se decidió hacer la comparación haciendo un Análisis de la Varianza (ANOVA), por su potencia y exactitud. La tabla 22 muestra los datos obtenidos:

Tabla 22. ANOVA de una sola vía, Proceso Antiguo versus Proceso Nuevo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
NUEVO	1	78989	78989	14.29	0.001
Error	18	99494	5527	-	-
Total	19	178483	-	-	-
S = 74.35 R-cuad. = 44.26% R-cuad.(ajustado) = 41.16%					
Nivel	N	Media	Desv.Est.	<p>ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada</p> <p>Nivel -----+-----+-----+-----+</p> <p>PROCESO ANTIGUO </p>	

El Análisis de la Varianza indica que los procesos son diferentes, el estadístico $P = 0.001 < 0.05$ concluye que hay diferencias significativas entre ambos procesos. Puede concluirse que las acciones planteadas están dando resultados positivos, pero se debe tener en cuenta que este trabajo es un piloto, que la práctica definitiva requiere que los demás factores indicados en los planes sean desarrollados. Sin embargo este primer paso es concluyente para corroborar las diferencias. Puede apreciarse gráficamente las diferencias, mediante el análisis de los residuos, como lo muestra la figura 37.

Figura 37: Gráfico de Residuos para Proceso Antiguo – Proceso Nuevo



Los gráficos de residuos muestran claramente las diferencias entre los dos procesos, queda confirmada la eficacia del plan de calidad para mejorar el proceso. Sin dejar de señalar que el plan general ha de tener como base la educación ambiental para optimizar los recursos y hacer un proceso que se autorregule naturalmente.

Las figuras, 38, 39, 40, 41, 42 y 43 muestran la nueva colecta y acondicionamiento de los residuos en contenedores de plástico en los campamentos base, además se muestra la colecta de

los residuos individuales de cada expedicionario en bolsas rotuladas, para su posterior disposición.

Fig. 38: Campamento 1, Nevado Mitarraju Colecta de los residuos en contenedores.



Fig. 39: Campamento 2, Nevado Cuyoc, acondicionamiento de los residuos en contenedores



Fig. 40: Campamento 1 Nevado Cuyoc, recolección de los residuos individuales



Fig. 41: Campamento 1, Nevado Diablo Mudo, nuevo acondicionamiento de los residuos.



Fig. 42: Campamento Base, Mitarraju, disposición de los residuos en colectores plásticos cerrados



Fig. 43: Turista recolectando sus residuos individuales en una bolsa plástica rotulada



Fuente: Archivo personal, 2012.

5.7 Propuesta de Directrices

Después del trabajo de campo, el análisis de las variables críticas y la discusión teórica, en basé al conjunto de estas actividades, finalmente este estudio propone las siguientes directrices que deben ser consideradas para la elaboración futura de un plan de gestión de residuos sólidos en la Cordillera del Huayhuash:

- El proceso de planeamiento ambiental de un parque montañoso debe exigir la participación de todos los actores involucrados: estado, empresa privada, comunidades, asociaciones de montañistas, universidades, con el fin de visualizar todos los aspectos que intervienen y su incidencia en la gestión;
- El establecimiento de un plan de gestión ambiental, que exija la formalización de las empresas y obligue a estas a seguir los protocolos de convivencia en la montaña debe ser establecido por ley, para que su cumplimiento pueda ser fiscalizado y multado;
- El acceso a los parques de montaña debe ser formalizado y controlado exhaustivamente para controlar el flujo de visitantes, tener estadística de impacto por cantidad de visitantes;
- El entrenamiento y la capacitación en temas ambientales debe ser parte de la política de calidad de los parques de montaña. Además esta capacitación debe ser impartida periódicamente a toda la comunidad montañera, empresas de turismo, guías de montaña, montañistas, turistas;
- Debe mantenerse una base de datos actualizada con los datos de producción, colecta y disposición final de residuos en el parque, para poder actualizar los formatos de los planes de calidad y calcular los índices adecuadamente y asegurar la mejora continua de los procesos;

- La gestión de los residuos debe tener como base la mejora continua de los procesos que la componen, para garantizar la detección temprana de las fallas del sistema;
- Se debe establecer un cronograma anual de reuniones con los representantes de todas las áreas involucradas, estas reuniones deben responder a un calendario de temas a tratar y también a eventualidades propias de la puesta en marcha del nuevo sistema;
- La gestión ambiental del parque debe estar enfocada principalmente en la educación ambiental de la comunidad montañera, teniendo como principal objetivo divulgar la práctica del montañismo ecológicamente correcto;
- La responsabilidad de la generación y disposición de los residuos debe quedar establecida legalmente entre las empresas y la administración pública del parque;
- Es muy importante institucionalizar la categoría de los parques internacionalmente como patrimonio de la humanidad, en virtud de la enorme belleza natural de esta región, bien como la importancia cultural, histórica y ambiental de las montañas, recordando que los glaciares son la principal fuente de agua para el Perú;
- Es de extrema importancia cerrar el círculo del gerenciamiento de los residuos generados en las montañas, puesto que una vez implantado el sistema los residuos serán traídos de vuelta hacia los poblados cercanos, siendo que muchos de ellos no tienen una adecuada infraestructura de gerenciamiento de residuos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo tuvo como objetivo general proponer directrices para la gestión de residuos sólidos en las montañas de la cordillera del Huayhuash y que posteriormente puedan ser usadas también en otras montañas. A pesar de las dificultades para el levantamiento de datos, la hipótesis de la mejora de los procesos a través del enfoque de la calidad mediante la capacitación y la concientización de todos los actores, involucrando de lleno a la educación ambiental, fue siempre clara.

La dificultad de realizar un trabajo en ambientes de alta montaña radica principalmente en aspectos físicos propios de la montaña como el frío, aire extremadamente seco, lejanía de las montañas; estos factores hacen que la locomoción sea muy complicada, haciendo que las labores de caracterización, pesado y colecta de datos se haga difícil. Esa puede ser una de las razones por las cuales aun no se han realizado estudios más profundos de gestión de residuos en los andes sudamericanos y no existan datos de caracterización física de los materiales. Sin embargo es necesaria la continuación de estos trabajos para garantizar la alimentación de datos al sistema de mejora y hacer uso de los indicadores.

El cálculo de los indicadores propuestos son ilustraciones de un universo de expediciones, fue usado para su ejecución el promedio de los integrantes de las expediciones, y el promedio de la producción de desechos para las mismas expediciones. Este cálculo es netamente estadístico. Es recomendable complementar este estudio con otros donde se aborden los porcentajes de los materiales que son dispuestos y determinar su peligrosidad.

Este estudio concluye que es posible el control de las variables que afectan negativamente al proceso de generación de residuos en el turismo de montaña, pero es necesario para comenzar tener una base de capacitación técnica y educación en temas ambientales. Esto será posible trabajando una agenda ambiental con toda la comunidad montañera involucrada.

Es muy importante la intervención del estado en el gerenciamiento adecuado de residuos sólidos, es una diferencia capital entre los dos sistemas mostrados, cuando se tiene una buena infraestructura y una buena educación ambiental, la cantidad de residuos generados deja de tener importancia central, porque todos los desechos serán dispuestos adecuadamente y con facilidad.

El estado debe estar activamente presente en la generación de políticas y planes que busquen preservar las montañas, mediante la creación y difusión de material didáctico específico de uso general, que sea compartido por toda la comunidad montañera.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001 – Sistema de Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419, ABR 1992, p2. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/61140879/NBR-8419-NB-843-Apresentacao-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-de-Residuos-Solidos-Urbanos>. Acceso en 01 de Diciembre del 2012.

ALVARES, B. Evaluación de Desempeño Ambiental, Uruguay, 2003.

BARBIERI, J. C. Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos. Saraiva, 2008.

BBC. La Realidad Alarmante del Agua en Perú. Disponible en: http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/latin_america/newsid_6442000/6442117.stm. Data: 12 de março de 2007. Acceso el 24 de Octubre de 2011.

BERENSON, M, LEVINE, D, KREHBIEL, T, Estadística para Administradores, McGraw-Hill, 2008.

BIDONE, F. R. A, POVINELLI J, Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos. EESC-USP, 1999.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.

CALIDAD & GESTION. Disponible en http://calidad-gestion.com.ar/boletin/46_iso_9000_cuadro_mando_integral.html

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de SP. Investigación Detalhada 8000. Disponible en: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/Capitulo_VIII.pdf
Acceso el 23 de Setiembre de 2011.

CHASE, R; AQUILANO, N; JACOBS, R. Administración de Producción y Operaciones. McGraw-Hill, 2008.

CHRISTENSEN, T. H. Attenuation of Leachate Pollutants in Groundwater. Land filling of waste: leacheate. E & F N. Spon, London. p. 441-484. 1992.

CODIGO INTERNACIONAL DEL MONTAÑISTA: Disponible en:
<http://www.andinismogea.cl/pg024.html>

EARLS, J, CH, La Adaptabilidad del sistema peruano frente al cambio ambiental. CISEPA - Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.

EDITORIAL DESNIVEL, Disponible en:
<http://desnivel.com/deportes/expediciones/object.php?o=1042>.

FREIRE, P. Extensão o Comunicação. Paz e Terra, 1998. GLACIARES PERU ONG, Disponible en: <http://glaciaresperuong.org/>

GLAVE, M, A, Cuanto Valen las Montañas. Instituto de Montaña, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2003.

GRI: Global Reporting Initiative, Diretrizes para a Elaboração de Relatórios de Sustentabilidade. Disponible en: http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/4855C490-A872-4934-9E0B-8C2502622576/5282/G3_POPO_RG_Final_with_cover.pdf. Acceso en 03 de Julio de 2011.

HUNG, A, JIMENEZ, I: Guías Internacionales de Montaña. Disponible en: www.montahasperuanas.com. Acceso en Junio del 2011.

INA: Instituto Nacional de Administração, A Avaliação na Administração Pública. Acta Geral N° 1, encontro INA. Lisboa, 1998.

INTERNATIONAL MOUNTANEERING AND CLIMBING FEDERATION
Environmentally Acceptable Mountaineering for Expeditions and Treks <http://www.theuiaa.org>

INTERNATIONAL MOUNTAIN FILM FESTIVAL – INKAFEST: Disponible en:
<http://www.inkafest.com/>

ISO 14031, ENVIRONMENTAL PERFORMANCE EVALUATION, Disponible en:
<http://www.calidadambiental14000.com/cursos/EnvironmentalPerform.pdf>

ITDG – ONG Soluciones Practicas, Perspectivas sobre el cambio climático: Disponible en:
<http://www.solucionespracticas.org.pe/publicaciones/pdf/tecnologiasociedad-n8-200907.pdf>

KAYDOS, W. Measuring, managing, and maximizing performance. Cambridge, MA: Productivity Press, 1991.

KINSL, Proyecto Huayhuash, Universidad Nacional Agraria La Molina, disponible en <http://www.slideshare.net/eberaldo/cordilleras-hermanas-proyecto-huayhuash>, Acceso en 3 de Mayo 2012.

KUNIYAL, J. C; Mountain expeditions: minimizing the impact, Environmental Impact Assessment Review, 2002.

LAKATOS, EVA MARIA; MARCONI, MARIA DE ANDRADE. Fundamentos de Metodologia Científica 3ª edição revisada, São Paulo: Atlas, 1991, 270 p.

LEFEBVRE, H. A vida cotidiana no mundo moderno. Série Temas, vol. 24, Sociologia Política. São Paulo: Ática, 1991.

LEY N° 28245. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. (Peru). Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2818.pdf. Acceso en: 27 de Julio de 2011.

LEY N° 27314. Ley General de Residuos Sólidos. (Perú). Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?idElementoInformacion=58>. Acceso en: 27 de Julio de 2011.

LOPES C.V.M; KRÜGER, V. **Propostas para o ensino da química: poluição do ar e lixo**. Porto Alegre: Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Sul, Centro de ciência de Rio Grande do Sul. p 156-157, 1997.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MI GEO: Disponible en <http://www.migeo.pe/2008/07/la-cordillera-huayhuash-vista-de.html>. Acceso en: 10 de Mayo del 2012.

MINAM – Ministerio del Ambiente, Sistema Nacional de Información Ambiental. (Perú). Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/>. Acceso en: 3 de Marzo del 2013.

MINAM ,MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL PERU, 2011.
Disponible en: http://www.minam.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&catid=1:noticias&id=516:veintiun-ciudades-del-pais-tendran-rellenos-sanitarios-en-el-2010&Itemid=21, Acceso en: 15 de Diciembre de 2011.

MINAM, MINISTERIO DE AMBIENTE, 2004.
Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/public/docs/467.pdf>. Acceso en: 02 de Diciembre 2012.

MOREIRA. M. S. **Estratégia e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental** (Modelo ISO 14000). INDG, 2006.

MUNICIPALIDAD DE BOLOGNESI, DEPARTAMENTO DE HUARAZ, PERU. Disponible en: http://www.munibolognesichiquian.gob.pe/acerca_turismo.php. Acceso en: 07 de Octubre de 2011.

NEDER, L.T.C. Reciclagem de resíduos sólidos de origem domiciliar: Análise da implantação e da evolução de programas institucionais de coleta seletiva em alguns municípios brasileiros. Ciência Ambiental: primeiros mestrados. São Paulo: Annablume: FAPESP. Programa de Pós-Graduação, Universidade de São Paulo. p 155-186. 1998.

NEELY, A; BOURNE, M. Performance Measurement System Design. International Journal of Operations and Production Management. p 1119-1145. 2000.

OECD: Organization for Economic Co-operation and Development (2003). OECD Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report for Group of the State of the Environmental. Paris, 2003. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf> . Acesso em: 05 de Julho de 2011.

OECD: Organization for Economic Co-operation and Development (2009). La Evaluación Del Impacto Ambiental: Los Sistemas de Indicadores en la OECD y la Unión Europea. Disponível em: http://www2.uah.es/vicente_marban/ASIGNATURAS/EIA%20II/curso%202010-2011/tema4.pdf. Acesso em 09 de Setembro de 2011.

ORTIGOZA, S. A. G; CORTEZ, A. T. C. Da Produção ao Consumo, Cultura Acadêmica, 2009.

PL 1997/2000. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=366828>. Acesso em: 03 de Julho de 2011.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CHILE / FORD FOUNDATION. Disponível em: http://www.deres.org.uy/home/descargas/guias/Guia_de_Indicadores_de_RSE_AccionRSE.pdf. Acesso em: 31 de Julho de 2011.

RESÍDUOS SÓLIDOS, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 2010.

SANCHEZ, L.E; Avaliação de Impacto Ambiental, Conceitos e Métodos, Oficina de Textos. 2006.

SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental: Teoria e Prática. São Paulo. Oficina de Textos, p 184, 2004.

SCHALCH, V; et al. Curso sobre Gerenciamento de Resíduos Sólidos. (Apostila). São Carlos: EESC-USP, 2000.

SCHIANETZ, B. Passivos Ambientais: Levantamento Histórico, avaliação da periculosidade, ações de recuperação. Curitiba-PR: SENAI, p 200. 1999.

SEPLAN: Secretaria de Estado de Planejamento e Controle Geral. (2003) Comitê Intersectorial de Programa de Revitalização do Estado. Apresentação de Indicadores. Disponible en: http://www.cepromat.mt.gov.br/arquivos/A_5619681a8c70a487b66fd9eafe977910ApresentacaoIndicadores.pdf. Acceso en: 23 de Setiembre de 2011.

SERNANP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en http://www.mincetur.gob.pe/newweb/Portals/0/turismo/sitios%20turisticos/Peru_Visit_ANP_Ing_Prom_Mes_Mayor_1000.pdf. Acceso en: 14 de Abril del 2013.

SOLUCIONES PRÁCTICAS ONG: Disponible en: <http://www.solucionespracticas.org.pe/>

TACHIZAWA, T. Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: Estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. 2º edição SP: Atlas, p 352-374. 2004.

UIAA: Union Internationale des Associations D'Alpinisme. Disponible en: http://www.theuiaa.org/upload_area/files/1/UIAA_Objeticos_y_directrices_medioambientales.pdf. Acceso en: 12 de Agosto de 2011.

UNITED EXPLANATIONS. Disponible en: <http://www.unitedexplanations.org/2012/04/02/brundtland-donde-esta-nuestro-futuro-comun/>

VENTURA K.S, Modelo de avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS) com uso de indicadores de desempenho. Estudo de caso: Santa Casa de São Carlos-SP, São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos - USP, p 206, 2009.

VERVOLÉ, P. Communicating environmentally sustainable alpine tourist behavior through print tourism promotion, Wageningen University and Research Centre, The Netherlands, 2002.

VON SPERLING, M. Introdução ao tratamento das Águas e o Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA). Universidade de Minas Gerais, p 452. 2005.

WSCSD, World Student Community for Sustainable Development. Disponible en: <http://wscsd.org/>

WIKIMAPIA. Disponible en: <http://wikimapia.org/#lat=50.7687922&lon=-121.5249897&z=6&l=3&m=b>. Acceso en 18 de Abril del 2012.

WIKIPEDIA. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Monta%C3%B1as_Rocosas_de_Canad%C3%A1. Acceso en 18 de Abril del 2012.

YIN, R. K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. Trad. Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXOS

ANEXO I - CUESTIONARIOS

ANEXO I-A:

CUESTIONARIO PARA LOS DUEÑOS DE LAS EMPRESAS TURISTICAS.

1. Conoce algún sistema de colecta y disposición de residuos implantado en este parque?
Si () No ()
2. La empresa del parque se hace cargo de los residuos generados en las expediciones?
Si () No ()
3. A administración del parque se hace cargo de los residuos generados por las empresas?
Si () No ()
4. Usted fue capacitado en temas de disposición adecuada de residuos sólidos?
Si () No ()
5. Usted capacita a sus empleados en temas de manejo de residuos sólidos?
Si () No ()
6. Informa a sus clientes de las buenas prácticas de disposición de residuos?
Si () No ()
7. Su empresa usa estos lugares eventualmente para hacer la disposición de sus residuos?
Si () No ()
8. Considera usted, algunos lugares de las montañas como críticos para la disposición de residuos?
Si () No ()
9. Se tienen actividades particulares de limpieza de las montañas?
Si () No ()
10. Quien hace estas actividades?
ONG's () Clubes de Montaña ()
Montañistas () Comunidades ()

ANEXO I-B:

CUESTIONARIO PARA LOS EMPLEADOS DE LAS EMPRESAS TURISTICAS Y PERSONAL DE LA ADMINISTRACIÓN DEL PARQUE

11. Conoce algún sistema de colecta y disposición de residuos implantado en este parque?
Si () No ()

12. El sistema actual funciona en buenas condiciones?
Si () No ()
13. Cuales cree que son las principales dificultades en el uso de este sistema?
.....
14. La empresa del parque se hace cargo de los residuos generados en las expediciones?
Si () No ()
15. A administración del parque se hace cargo de los residuos generados por las empresas?
Si () No ()
16. Usted fue capacitado en temas de disposición adecuada de residuos sólidos?
Si () No ()
17. Existen lugares informales de disposición de residuos en este parque?
Si () No ()
18. Cual es la mayor dificultad para la disposición correcta de los residuos en las montañas?
.....
19. Considera usted, algunos lugares de las montañas como críticos para la disposición de residuos?
Si () No ()
20. Se tienen actividades particulares de limpieza de las montañas?
Si () No ()
21. Quien hace estas actividades?
ONG's () Clubes de Montaña ()
Montañistas () Comunidades ()
22. Si hubiese un sistema de colecta y tratamiento de residuos adecuado en este parque, usted lo usaría?
Si () No ()
23. Que características le gustaría que tuviese el sistema propuesto? Marque del 1 al 5 en orden de importancia.
- Practicidad ()
 - Localización adecuada ()
 - Fácil acceso ()
 - Mantenimiento del sistema ()
 - Monitoreo del sistema ()

ANEXO I-C: CUESTIONARIOS PARA LOS TURISTAS

24. Conoce algún sistema de colecta y disposición de residuos en este parque?

Si () No ()

25. Usted ha sido capacitado en buenas practicas de disposición de residuos en este parque?

Si () No ()

26. Quien hizo esta capacitación?

- La empresa turística ()
- Empleados del parque ()
- ONG's ()
- Otros ()

27. Cuales cree que son las principales dificultades de disposición de residuos en las montañas?

.....

28. Si hubiese un sistema de colecta y tratamiento de residuos adecuado en este parque, usted lo usaría?

Si () No ()

29. Que características le gustaría que tuviese el sistema propuesto? Marque del 1 al 5 en orden de importancia.

- Practicidad ()
- Localización adecuada ()
- Fácil acceso ()
- Mantenimiento del sistema ()
- Monitoreo del sistema ()

ANEXO II

CODIGO INTERNACIONAL DEL MONTAÑISMO

Funciones del código

El Código comprende un sistema de valores, máximas y reglas para ofrecer una base estructurada para la conducta deseable en el montañismo y en la escalada en roca. Aunque formula un juego

de valores para ayudar a la toma de decisiones en situaciones concretas, el Código no contiene instrucciones detalladas.

- El Código define los valores fundamentales actuales en el montañismo y la escalada en roca.
- El Código contiene principios y reglas de conducta para todos los aspectos importantes de la escalada.
- El Código formula los criterios de evaluación ética relevantes para conflictos de decisión y otras situaciones inciertas.
- El Código presenta los principios éticos por los cuales el público puede juzgar los eventos del montañismo y la escalada en roca.
- El Código introduce a los escaladores principiantes a un juego de valores y principios morales relevantes a su deporte.
- El Código propone un estándar por el cual los otros escaladores pueden juzgar y, si es necesario, condenar las actividades de otros escaladores.

MÁXIMAS Y NORMAS ÉTICAS

Artículo 1. Responsabilidad individual

Máxima: Un montañista o escalador realiza su deporte bajo su propia responsabilidad. Es responsable de su propia seguridad y de otra gente que encuentre en su escalada. En la toma de decisiones, debemos depender de la conciencia y el buen juicio, descartando las expectativas de otros

- No escatimar esfuerzos para hacer cada escalada tan segura como sea posible. La norma es una "práctica razonable".
- Elija sus objetivos de acuerdo a sus propias habilidades o a las del equipo y de acuerdo a las condiciones de la montaña
- Esté equipado adecuadamente en cada excursión. El equipo adecuado puede variar de acuerdo al objetivo, condiciones y el nivel de la propia habilidad personal.

Artículo 2. Espíritu de equipo

Máxima: Confiabilidad, entusiasmo por un objetivo común, consideración por otros miembros del grupo y el interés por promover sus propios intereses son las claves para el éxito y tener una experiencia positiva en escalada. Debemos movilizar nuestra conciencia, tolerancia y buena voluntad a hacer compromisos para balancear todos los intereses y las habilidades del grupo.

Artículo 3. La comunidad de escaladores

Máxima: A cada persona que encontramos en las rocas o en las montañas debemos la misma gentileza y respeto. En condiciones de aislamiento y en situaciones altamente estresantes física o mentalmente, es especialmente aconsejable seguir la regla de oro: tratar a los otros como nos gustaría ser tratados nosotros mismos.

Artículo 4. Al visitar otros países

- **Máxima:** Como huéspedes de otras culturas, siempre debemos conducirnos políticamente y con moderación hacia la gente del lugar, nuestros anfitriones. Promoveremos las relaciones internacionales si ayudamos a desarrollar un entendimiento de su sociedad, religión y la forma de hacer las cosas. La experiencia de culturas ajenas ha influenciado las vidas de tantos escaladores de una manera significativa.

Artículo 5. El guía de montaña y el cliente

Máxima: Un guía debe procurar a su cliente toda la experiencia positiva en la montaña. El valor de la escalada guiada no radica tanto en el éxito de la empresa como en la igualdad de las relaciones humanas y la experiencia de la naturaleza.

Artículo 6. Emergencias

Máxima: Si una persona que encontremos —no importa si es un escalador amigo, un porteador u otro habitante local— necesita ayuda, debemos hacer todo lo posible para darle un apoyo calificado tan rápidamente como se pueda. No hay una "zona libre de moral" en montañismo.

Artículo 7. Agonía y muerte

Máxima: Debido a la peligrosidad de su deporte, los montañistas podrían verse confrontados con la agonía y la muerte. Debemos contribuir a hacer esta transición tan armoniosa como sea posible, tratar el cuerpo del difunto con respeto y hacer todo lo posible para aliviar la aflicción de los implicados.

Artículo 8. Naturaleza y medio ambiente

Máxima: Los montañistas y escaladores en roca están obligados a practicar sus actividades de una forma ambientalmente adecuada y ser proactivos en la preservación de la naturaleza en sus campos de actividad. En muchos casos hay biotopos frágiles que proporcionan refugio a especies de flora y fauna en peligro de extinción cuya supervivencia depende de medidas de protección específicas.

- Respetamos las medidas para preservar el medio ambiente natural y procuramos que sean seguidas por nuestros compañeros de escalada.

Artículo 9. Estilo y excelencia

- **Máxima:** Hacer un ascenso es menos importante que cómo se hace. En cada forma de escalada, el "buen estilo" significa la reducción de ayudas técnicas a un mínimo justificable. Los escaladores de roca y alpinistas que no son capaces de hacer ascensos

Artículo 10. Primeros ascensos

Máxima: Un primer ascenso debe intentarse sólo si la escalada puede ser hecha de una forma ambientalmente adecuada, si es compatible con la reglamentación local y si no afecta de alguna manera demandas justificadas de otros escaladores. El primer ascenso de una ruta o una montaña es un acto creativo y, en muchos casos, refleja el estilo particular de un montañista.